



ESTUDIO DE LÍNEA BASE AMBIENTAL ÁREA CONTRACTUAL CATEDRAL



2 Resumen ejecutivo de la línea base ambiental

El presente Estudio de Línea Base Ambiental **LBA** que se realizó para el Área Contractual Catedral, el cual se encuentra regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental **S.G.P.A./DGIRA.DG.1983.09** del 22 de Abril de 2009, para el proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, en él se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia.

Que dicho Estudio de Línea Base Ambiental **LBA** tiene como objetivos principales en conocer las condiciones ambientales de las instalaciones e infraestructura (pozos, líneas de descarga, batería de separación, oleogasoducto, gasoducto y otras instalaciones atribuibles al sector), Identificar y evaluar los daños ambientales, e identificar y evaluar los daños preexistentes; todos estos rubros dentro del Área Contractual Catedral, con base en las metodologías aplicables para la realización de un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual y la caracterización del Sistema Ambiental que ahí se desarrollan por medio de: Delimitación del Área de Estudio o Sistema Ambiental Regional (Cuenca Hidrológica), Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, “Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, Unidades de Gestión Ambiental (UGA), así como el Registro y descripción de daños ambientales.

3 INTRODUCCIÓN

En México, durante los procesos de extracción, refinación, transporte, almacenamiento de hidrocarburos y actividades propias de la industria petrolera, son derramados accidentalmente al ambiente desde décadas pasadas y en la actualidad. Esto representa una problemática que es necesario resolver, debido a que los suelos y cuerpos de agua están contaminados con hidrocarburos, muchos de ellos permanecen largos periodos de tiempo expuestos al ambiente, comúnmente denominados suelos intemperizados. Por lo que se estima que el 0.9% de los hidrocarburos en sus diferentes fases es derramado accidentalmente al mar, suelo, lagos y atmosfera durante dichos procesos (Guerrero, 2014); (Maya, 2005); (Velasco, 2004); (Flores, Et. al. 2004); (Volke, 2003); (García, 2003), (Montes de Oca, 2001).

Muchos de los sitios contaminados con hidrocarburos que resultaron de las fugas o descargas accidentales en el suelo, presas de quema a cielo abierto construidas con materiales permeables que permitieron la filtración de los hidrocarburos, combustóleo, gasóleo, gasolina, diesel y turbosina, así como la disposición de recortes de perforación, lodos aceitosos y aceites lubricantes gastados, que se han producido dentro y fuera de las instalaciones. En muchos casos, estos derrames han dañado el subsuelo y el agua subterránea y han permanecido en el tiempo sin saneamiento alguno o en casos aislados se han remediado unos cuantos, (Roldán e Iturbe 1998), (Ortínez, Et. al. 2003) y (Ferrara-Cerrato, Et. al. 2006).

La permanencia de los hidrocarburos en el suelo al aire libre, se transforman en **hidrocarburos intemperizados**, los cuales están definidos como aquel material que no presenta ningún grado de fluidez a temperatura ambiente (36 grados centígrados en promedio en las zonas de trabajo), sino que su estado físico corresponde a un sólido, por lo que todo material que no presente un determinado grado de fluidez a esta temperatura se considerará como intemperizado, (PEP, 2011).

Por otro lado, los derrames de hidrocarburos que permanece sin ser atendido pueden causar daños constantes y crecientes al suelo y a otros recursos naturales, durante el proceso de intemperización, a los



cuales se les denomina **pasivo ambiental**, que para efectos del Reglamento de la Ley General de para la Prevención y Gestión de los Residuos, en el artículo 132, párrafo segundo y que a la letra dice: “...Se considera *pasivo ambiental* a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación...”. Asimismo, en el Artículo 5 fracción XL de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, se define sitio contaminado, el cual se cita textualmente “... Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas; ...”. Por otra parte, solo con fines conceptuales se consideró la **NOM-138-SEMARNAT/SS-2003**, en el apartado 4.17 define como **pasivo ambiental** “Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente”, por otra parte; en el punto 4.21 define a los **suelos contaminados con hidrocarburos** como “Aquel en el cual se encuentran presentes hidrocarburos que por sus cantidades y características afecten la naturaleza del suelo...”. Cabe señalar, que en la versión actual de **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012** no se citan dichos conceptos. Siguiendo esta secuencia teórica, se concluye que *cuando se trate de un pasivo ambiental se debe realizar una recopilación de los antecedentes históricos sobre las actividades y sucesos que originaron la contaminación*, ya que es determinante en la identificación y caracterización de los pasivos ambientales, para deslindar y atribuir al agente generador.

3.1 Impactos acumulativos

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Impacto Ambiental, se define en el artículo 3 Fracción VII Impacto Ambiental Acumulativo es “ El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente” de acuerdo a este concepto en el área del proyecto existe una serie de actividades que ocurrieron en el pasado



durante la perforación y operación de pozos, así como el transporte de hidrocarburos a través de la red de las líneas de conducción, los cuales se observan actualmente y que a través del tiempo se han generado impactos acumulativos o pasivos ambientales ya descritos con anterioridad. Este análisis, tiene congruencia con la descripción técnica del concepto de impacto acumulativo propuesto por V. Conesa, 2010 el cual lo define como aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

Siguiendo el criterio del autor, se interpreta que la permanencia de un impacto ambiental en el tiempo y espacio son determinantes sobre un componente ambiental, es decir; que depende de la capacidad de carga del sistema natural para amortiguar cualquier acción antrópica y en el caso extremo que no existan las condiciones ambientales que permitan su recuperación de manera natural.

Partiendo de estos conceptos técnicos – jurídicos se podrán identificar los impactos acumulativos o también denominados *pasivos ambientales* generados por el proyecto, tendrían que ser evaluados de manera indirecta en el diagnóstico ambiental, es decir a través; de la inspección en campo aplicando una metodología que permita identificar dichos pasivos ambientales dentro del Área Contractual Catedral, para ello; es indispensable ajustarse al principio de legalidad y que a continuación se presenta una síntesis:

3.2 El principio de legalidad

En general, legalidad significa conformidad a la ley, es decir; para que un hecho se conserve dentro de lo legal tiene que realizarse con apego a la ley. Existen diversas leyes que regulan el entorno ambiental y la subsecuente actuación del hombre en el medio. Cada actividad está regulada por leyes que la rigen. Sin embargo, no siempre existen normas o leyes específicas para un proceder, de ahí que en el término más amplio, legalidad signifique *“que las decisiones se tomen siempre en apego a la legislación constitucional y la reglamentación vigente, así como al marco institucional en lo referente a las funciones y la coherencia*



con los programas vigentes¹. Así entendido, el principio de legalidad es un corolario de la doctrina política que ve en la constitución la expresión de la soberanía, razón por la cual todas las actividades del proyecto se realizarán en apego a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

A continuación se presenta en la Tabla 3-1, el análisis normativo en la conceptualización de los pasivos ambientales, identificación, caracterización y atribuciones para la remediación por parte del generador.

¹ La evaluación de impacto ambiental, logros y retos para el desarrollo sustentable 1995 – 2000. INE – SEMARNAP.

Tabla 3-1.- Análisis Normativo y Técnico en la conceptualización de los daños ambientales y preexistentes, identificación, caracterización y atribuciones del generador.

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
Artículos 4, 25, 27, 73 y 115	<p>Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</p> <p>Artículo 2o.- Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:</p> <p>I. Actividades consideradas como altamente riesgosas: Las actividades que implican la generación o manejo de sustancias con características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas en términos de lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;</p> <p>III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o</p>	<p>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</p> <p>Artículo 132.- Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que</p>	<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</p> <p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p> <p>Pasivo Ambiental: Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente.</p> <p>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012</p> <p>4.2 Derrame</p>	<p>NRF-261-PEMEX-2010</p> <p>Manejo integral de recortes impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros.</p> <p>Formación receptora: Estrato o depósito compuesto en su totalidad por roca porosa y permeable, con o sin fracturas naturales o inducidas del subsuelo, identificado como yacimiento de hidrocarburos agotado o improductivo.</p> <p>Manejo integral de recortes: Son las actividades de separación (fluido-recorte), recolección, transporte, reutilización, inyección, valorización, tratamiento, o disposición final de recortes, realizadas individualmente o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y</p>	<p>Descripción de los Trabajos:</p> <p>Saneamiento y restauración de áreas contaminadas con hidrocarburo</p> <p>Licitación No. 18575008-536-11.</p> <p>Desorción térmica: Proceso que consiste en calentar de 90 a 540 °C el suelo contaminado con contaminantes orgánicos, con el fin de vaporizarlos y por consiguiente</p>

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>modificación adversos y mensurables de los hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley;</p> <p>IV. Daño indirecto: Es aquel daño que en una cadena causal no constituye un efecto inmediato del acto u omisión que es imputado a una persona en términos de esta Ley;</p> <p>V. Se entiende por cadena causal la secuencia de influencias de causa y efecto de un fenómeno que se representa por eslabones relacionados;</p> <p>VIII. Estado base: Condición en la que se habrían hallado los hábitat, los ecosistemas, los</p>	<p>tenga efectos sobre el medio ambiente.</p> <p>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</p> <p>Artículo 3o.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:</p> <p>III.- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto</p>	<p>Descarga, liberación, rebose o vaciamiento de hidrocarburos en el suelo.</p> <p>4.3 Hidrocarburos</p> <p>Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.</p> <p>NOM-117-SEMARNAT-2006</p> <p>Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en</p>	<p>necesidades de cada instalación petrolera, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.</p> <p>Programa de manejo: Descripción de la información básica de actividades y acciones para el manejo de los recortes de perforación que incluye entre otros: línea base de generación, tendencias de generación, políticas, metas de manejo, descripción y justificación de las tecnologías y prácticas a utilizar, instrumentos o mecanismos económicos y jurídicos.</p> <p>NRF-256-PEMEX-2010</p> <p>Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres</p> <p>Contrapozo: Estructura que se construye en el subsuelo para ubicar por medio de</p>	<p>separarlos del suelo, se utiliza cuando el hidrocarburo está intemperizado.</p> <p>Hidrocarburo Intemperizado (Petróleo Crudo): Se define como aquel material que no presenta ningún grado de fluidez a temperatura ambiente (36 grados centígrados en promedio en las zonas de trabajo), sino que su estado físico corresponde a</p>



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>elementos y recursos naturales, las relaciones de interacción y los servicios ambientales, en el momento previo inmediato al daño y de no haber sido éste producido;</p> <p>Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</p> <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga</p>	<p>ambiental adverso;</p> <p>VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;</p>	<p>derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.</p> <p>Derecho de vía: Franja de terreno donde se aloja el sistema de conducción de hidrocarburos y petroquímicos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección del mismo.</p> <p>NOM-143-SEMARNAT-2003</p> <p>Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos</p> <p>Agua congénita: Agua asociada al hidrocarburo en el yacimiento y que surge durante</p>	<p>coordenadas geográficas, el sitio donde se debe hacer la perforación del pozo. Tiene como funciones principales facilitar el hincado del tubo conductor y alojar los preventores para el control del pozo durante la perforación.</p> <p>Fosa o presa de quema: Bordo de tierra que se construye para contener desfuegos del pozo durante los trabajos de perforación, terminación y mantenimiento.</p> <p>Localización, pera o macropera. Área diseñada o acondicionada para la instalación del equipo y realización de las actividades de perforación o producción de uno, dos o más pozos petroleros según corresponda.</p> <p>Quemador. Elemento utilizado para quemar gases y líquidos producto de la perforación de pozos petroleros.</p> <p>Contrapozo: El contrapozo, debe ser de concreto armado con acero de refuerzo, de</p>	<p>un sólido, por lo que todo material que no presente un determinado grado de fluidez a esta temperatura se considerará como intemperizado.</p> <p>Hidrocarburos Naturales: Compuestos orgánicos naturales, formados por carbono e hidrógeno, a los que pertenecen principalmente el petróleo, gas natural, asfaltos y</p>



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>expedida por la Secretaría; o de que,</p> <p>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes Ambientales o las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p>Artículo 7o.- A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por objeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el de la capacidad de</p>		<p>la extracción del mismo. Contiene sales y puede tener metales. Se considera un subproducto no aprovechable.</p> <p>Condensados: Líquido producido por la condensación del gas natural. Está compuesto por proporciones variables de butano, propano, pentano y fracciones más pesadas, con poco o nada de metano y etano.</p> <p>Pozo para la inyección de agua congénita: Obra de ingeniería construida especialmente para disponer agua congénita en formaciones receptoras o pozo petrolero agotado que cumpla con las</p>	<p>acuerdo a las características y especificaciones del proyecto aceptado por PEP o en su defecto a los planos alternativos que se muestran en el Anexo 6 de esta Norma de Referencia, donde se debe considerar en el fondo de este, un cárcamo para recolectar por succión los líquidos que se acumulen.</p> <p>Guardaganado. PEP en sus bases de licitación debe determinar si se construye, en caso afirmativo, este debe ser de estructura de acero tubular de acuerdo a las características y especificaciones del proyecto o en su defecto a los planos alternativos del Anexo 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p>Puerta metálica o portón de acceso: Se debe construir de acuerdo a las características del proyecto o en su defecto al plano tipo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p>Cerca perimetral: Se debe construir de</p>	<p>ceras minerales, bien sea que ocurran en la superficie terrestre o en el subsuelo.</p>

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>regeneración de los elementos naturales.</p> <p>Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.</p> <p>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</p> <p>Artículo 12.- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:</p> <p>I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;</p> <p>Artículo 24 y 25.</p>		<p>especificaciones de la presente Norma.</p> <p>Sellar o taponar: Trabajos necesarios para aislar las formaciones perforadas de tal manera que se eviten invasiones de agua congénita o hidrocarburos a acuíferos o a la superficie.</p> <p>NOM-027-SESH-2010 Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.</p> <p>Administración de integridad: Proceso que incluye la inspección de los sistemas de transporte de hidrocarburos, evaluación de las indicaciones obtenidas de</p>	<p>acuerdo a las características del proyecto, puede ser de alambre, alambre de púas galvanizado, malla ciclónica, malla tipo gallinero, entre otras (ver una referencia en el plano alternativo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia).</p> <p>Barandales en área de árbol de producción. Se debe construir de acuerdo a las características del proyecto o en su defecto al plano alternativo del Anexo 6 de esta Norma de Referencia.</p> <p>NRF-009-PEMEX-2012 Identificación de instalaciones fijas.</p> <p>Agua congénita: Agua asociada al hidrocarburo en el yacimiento y que surge durante la extracción del mismo. Contiene sales y puede tener metales. Se considera un subproducto no aprovechable.</p> <p>Color de acabado: Es el color de la superficie</p>	

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Art.5.-</p> <p>Caracterización de sitios contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.</p> <p>Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.</p> <p>Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.</p> <p>Proceso productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios.</p> <p>Remediación: Conjunto de medidas a las que</p>		<p>las inspecciones, caracterización de las indicaciones, evaluación de los resultados de la caracterización, clasificación por defecto y severidad y la determinación de la integridad del ducto mediante técnicas de análisis.</p> <p>Derecho de vía (franja de afectación): Es la franja de terreno donde se alojan los ductos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos.</p> <p>Ducto de recolección: Es el ducto que colecta aceite y/o</p>	<p>expuesta a la vista humana.</p> <p>Color de seguridad: Color de uso especial y restringido, cuya finalidad es indicar la presencia de peligro, proporcionar información, o bien prohibir o indicar una acción a seguir.</p> <p>Color contrastante: Aquel que se utiliza para resaltar el color de seguridad.</p> <p>Línea de conducción (Ducto): Tubería por medio de la cual se transportan fluidos y sustancias entre centros de trabajo.</p> <p>Rack de tuberías: Conjunto de marcos equidistantes y conectados con puntales o traveses de liga, para apoyar por arriba del nivel de piso las tuberías, sistema de tuberías, charolas de cableado eléctrico y de control, plataformas, escaleras o en algunos casos equipos, entre otros bienes o muebles, los que</p>	

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.</p> <p>Sitio Contaminado: Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas;</p> <p>Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;</p> <p>Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de</p>		<p>gas y agua de los pozos productores para su envío a una batería o estación de separación.</p> <p>NOM-115-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de aéreas naturales protegidas o terrenos forestales.</p> <p>NOM-052-SEMARNAT-2005</p>	<p>pueden tener uno o más niveles.</p> <p>RAL (Código de color RAL): Sistema de medición del color organizado sistemáticamente en tono, luminosidad y cromaticidad o saturación, define un color mediante un código numérico, el primero de los cuales define el rango de color.</p> <p>8.2 Identificación y color de acabado</p> <p>8.2.8. Equipo neumático.</p> <p>8.2.9. Equipo hidráulico.</p> <p>8.2.11 Color e identificación de tuberías y líneas de conducción.</p> <p>8.2.12. Árbol de válvulas de pozos petroleros (Árbol de navidad). Los árboles de válvulas deben tener color de acabado conforme a lo establecido en la Tabla 6 y las Figuras 27 a la 32.</p> <p>NRF-030-PEMEX-2009</p>	



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;</p> <p>La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.</p> <p>Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta,</p>		<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos Terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos</p> <p>Cruces: Obra especial en el ducto que atraviesa en su ruta con una serie de obstáculos artificiales y naturales como son: ríos, lagos, pantanos, montañas, poblados, carreteras, vías férreas, tuberías, canales, entre otros.</p> <p>Daño mecánico: Es aquel producido por un agente externo, ya sea por impacto, rayadura o presión y puede estar dentro o fuera de norma.</p> <p>Derecho de vía: Es la franja de terreno donde se alojan los ductos, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos.</p> <p>Ducto: Sistema de tubería con diferentes</p>	



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.</p> <p>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</p> <p>ARTÍCULO 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:</p> <p>ARTÍCULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p>			<p>componentes tales como: válvulas, bridas, accesorios, espárragos, dispositivos de seguridad o alivio, entre otros, por medio del cual se transportan los hidrocarburos (Líquidos o Gases).</p> <p>Ducto enterrado: Es aquel ducto terrestre que está alojado bajo la superficie del suelo.</p> <p>Ducto de recolección: Es el ducto que colecta aceite y/o gas y agua de los pozos productores para su envío a una batería o estación de separación. Ducto de transporte: Es la tubería que conduce hidrocarburos en una fase o multifases, entre estaciones y/o plantas para su proceso, traslado en el que no se presenta ningún proceso físico o químico de los fluidos. Se consideran ductos de transporte los que se encuentran dentro de estaciones de: bombeo, compresión y almacenamiento.</p>	



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p> <p>ARTÍCULO 152 BIS.- Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona</p>			<p>Mantenimiento correctivo: Acción u operación que consiste en reparar los daños o fallas en los ductos para evitar riesgos en su integridad o para restablecer la operación del mismo.</p> <p>Mantenimiento preventivo: Actividades llevadas a cabo a intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios prescritos o como una recomendación emanada del resultado de una actividad predictiva, para reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento por debajo de los límites aceptables de operación, seguridad y diseño de un ducto, componente o accesorio.</p> <p>8.3 Inspección: La inspección de un ducto y su respectivo derecho de vía se deben realizar de acuerdo a lo establecido en la Tabla 12, donde se indican: Localización, equipo, personal y frecuencia de inspección</p>	

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>respectiva.</p> <p>LEY DE HIDROCARBUROS, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.</p> <p>Artículo 2.- Esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional:</p> <p>I. El Reconocimiento y Exploración Superficial, y la Exploración y Extracción de Hidrocarburos;</p> <p>II. El Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, Transporte y Almacenamiento del Petróleo;</p> <p>III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de Gas Natural;</p> <p>IV. El Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al</p>			<p>para cada nivel de inspección.</p> <p>8.3.1 Inspección Nivel 1</p> <p>8.3.2 Inspección Nivel 2</p> <p>8.3.3 Inspección Nivel 3</p> <p>8.3.4 Inspección Nivel 4</p>	



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>Público de Petrolíferos, y</p> <p>V. El Transporte por ducto y el Almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de Petroquímicos.</p> <p>Artículo 4.- Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:</p> <p>III. Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción;</p> <p>IV. Área de Asignación: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de una Asignación;</p> <p>LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014</p> <p>Artículo 1o.- ...</p> <p>La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:</p> <p>I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;</p> <p>II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.</p> <p>Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá ...</p> <p>VII. Instalación: El conjunto de estructuras, plantas industriales, equipos, circuitos de tuberías de proceso y servicios auxiliares, así como sistemas instrumentados, dispuestos para un proceso productivo o comercial específicos, incluyendo, entre otros, pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos, plataformas, plantas de almacenamiento, refinación y procesamiento de hidrocarburos en tierra y en mar, plantas de compresión y descompresión de hidrocarburos, sistemas de transporte y distribución en cualquier</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>modalidad, así como estaciones de expendio al público; ...</p> <p>Artículo 6o.- La regulación que emita la Agencia será publicada en el Diario Oficial de la Federación y deberá comprender, entre otros aspectos, los siguientes:</p> <p>I. En materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa:</p> <p>a) La adopción y observancia obligatoria de estándares técnicos nacionales e internacionales;</p> <p>b) La prevención y contención de derrames y fugas de hidrocarburos en las instalaciones y actividades del Sector, así como los procesos de remediación de las afectaciones que en su caso resulten, en coordinación con las unidades administrativas de la Secretaría;</p> <p>II. En materia de protección al medio ambiente:</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>a) Las condiciones de protección ambiental de los suelos, flora y fauna silvestres a que se sujetarán las actividades de exploración, extracción, transporte, almacenamiento y distribución de hidrocarburos para evitar o minimizar las alteraciones ambientales que generen esas actividades;</p> <p>b) La caracterización y clasificación de los residuos generados en las actividades del Sector y los criterios generales para la elaboración de los planes de manejo correspondientes, en los que se definan sus etapas, estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida de las partes involucradas;</p> <p>Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:</p> <p>IV. Autorización de las propuestas de</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación correspondiente, en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de su Reglamento;</p> <p>Artículo 13.- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmantelamiento, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente:</p> <p>III. La identificación de riesgos, análisis, evaluación, medidas de prevención, monitoreo, mitigación y valuación de incidentes, accidentes, pérdidas esperadas en los distintos escenarios de riesgos, así como las consecuencias que los riesgos representan a la</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>población, medio ambiente, a las instalaciones y edificaciones comprendidas dentro del perímetro de las instalaciones industriales y en las inmediaciones;</p> <p>Artículo 22.- Cuando alguna obra o instalación represente un Riesgo Crítico en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa o de protección al medio ambiente, la Agencia podrá ordenar cualquiera de las siguientes medidas de seguridad:</p> <p>I. Suspender trabajos relacionados con la construcción de obras e instalaciones;</p> <p>II. Clausurar temporal, total o parcialmente las obras, instalaciones o sistemas;</p> <p>III. Ordenar la suspensión temporal del suministro o del servicio;</p> <p>IV. Asegurar substancias, materiales, equipos, accesorios, ductos, instalaciones, sistemas o</p>				



Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	Leyes	Reglamentos	Normas oficiales mexicanas	Normas de referencia	Otros
	<p>vehículos de cualquier especie, y</p> <p>V. Inutilizar sustancias, materiales, equipos o accesorios.</p> <p>Al ejercer cualquiera de las medidas de seguridad previstas en el presente artículo, la Agencia deberá, de inmediato, dar aviso a la autoridad que hubiera emitido los permisos o autorizaciones respectivas, para los efectos conducentes.</p>				



3.3 Antecedentes

El presente Estudio de Línea Base Ambiental **LBA** que se realizó para el Área Contractual Catedral, el cual se encuentra regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental **S.G.P.A./DGIRA.DG.1983.09** del 22 de Abril de 2009, para el proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, en él se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia, sin embargo es conveniente mencionar que el desarrollo del campo inició a partir del año 1990 y continuo la perforación de pozos hasta el año 1998.

Con base en la información presentada en la resolución antes citada y a la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, se procedió a ubicar el Área Contractual Catedral, teniendo como marco de referencia la poligonal general del “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**” y la cadena de valor del conjunto de obras como se muestra en la Figura 3-1.



Figura 3-1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.

El seguimiento de la cadena de valor del sector hidrocarburos es determinante para poder observar el cumplimiento de términos y condicionantes, es a través de los Programas de monitoreo y vigilancia ambiental donde se registran cada una de las actividades requeridas por las obras tipo, donde se destaca la selección del sitio para su ubicación, aplicación de programas de rescate de flora y fauna, sensibilidad ambiental, manejo de residuos sólidos y líquidos, restauración de suelos contaminados con hidrocarburos. Todos ellos verificados por la autoridad competente.

3.3.1 Ubicación del Proyecto Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus

El proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, Figura I-1, se encuentra en la zona Sur del país, tiene como objetivo de explorar y explotar los yacimientos de hidrocarburos que pudieran

encontrarse dentro de la zona de estudio, la cual comprende un área de 447, 961.84 ha, que corresponden al área económica-petrolera activa y proyectada, abarcando los Municipios de Tacotalpa, Jalapa, Teapa, Centro, Cunduacán, Cárdenas y Humanguillo, en el estado de Tabasco; Reforma, Juárez, Ostuacán, Sunuapa, Pichucalco, Solosuchiapa, Ixtacomitán, Ixtapangajoya y Amatlán, Chiapas. El polígono de acuerdo con la información adicional, esta delimitado por los vértices y las siguientes coordenadas mostradas en la Tabla 3-2 y Figura 3-2.

Tabla 3-2.- Coordenadas del límite del proyecto Cactus.

Punto	X	Y	VER	X	Y	Punto	X	Y
1	514,868	1,934,873	27	513,784	1,977,574	53	467,090	1,987,397
2	516,927	1,934,008	28	514,013	1,979,739	54	463,382	1,986,795
3	517,039	1,934,843	29	513,804	1,983,430	55	459,377	1,983,821
4	516,843	1,935,403	30	511,758	1,984,126	56	459,520	1,980,770
5	516,411	1,936,435	31	510,466	1,986,271	57	459,899	1,978,483
6	515,413	1,936,713	32	508,884	1,985,306	58	458,447	1,976,826
7	514,437	1,936,725	33	507,837	1,986,898	59	457,454	1,974,364
8	513,692	1,938,001	34	506,005	1,985,272	60	456,052	1,970,437
9	514,830	1,938,786	35	504,414	1,985,849	61	450,885	1,960,098
10	516,362	1,938,666	36	504,364	1,985,849	62	447,788	1,957,687
11	519,121	1,940,421	37	501,630	1,987,104	63	447,578	1,955,926
12	517,083	1,942,777	38	500,807	1,988,414	64	449,862	1,954,949
13	517,345	1,944,600	39	496,091	1,987,292	65	450,143	1,953,005
14	518,831	1,947,992	40	495,128	1,987,367	66	449,538	1,952,226
15	518,874	1,950,539	41	493,749	1,988,638	67	447,413	1,950,450
16	516,738	1,954,279	42	494,427	1,990,202	68	446,920	1,949,505
17	516,763	1,956,357	43	492,968	1,991,107	69	446,660	1,947,923
18	516,609	1,957,208	44	483,276	1,991,577	70	443,702	1,946,473
19	515,719	1,959,158	45	480,429	1,990,952	71	443,200	1,944,780
20	514,574	1,959,806	46	479,138	1,991,056	72	442,851	1,944,188
21	514,300	1,960,278	47	476,553	1,990,111	73	443,402	1,942,482
22	514,226	1,962,535	48	476,192	1,986,401	74	443,780	1,941,172
23	513,944	1,963,375	49	474,077	1,986,541	75	442,721	1,939,523
24	514,138	1,966,859	50	472,646	1,986,315	76	442,701	1,938,884
25	512,565	1,968,867	51	470,845	1,988,312	77	442,632	1,920,000
26	515,178	1,973,273	52	468,923	1,984,783	78	515,472	1,920,000
						79	467,090	1,987,397

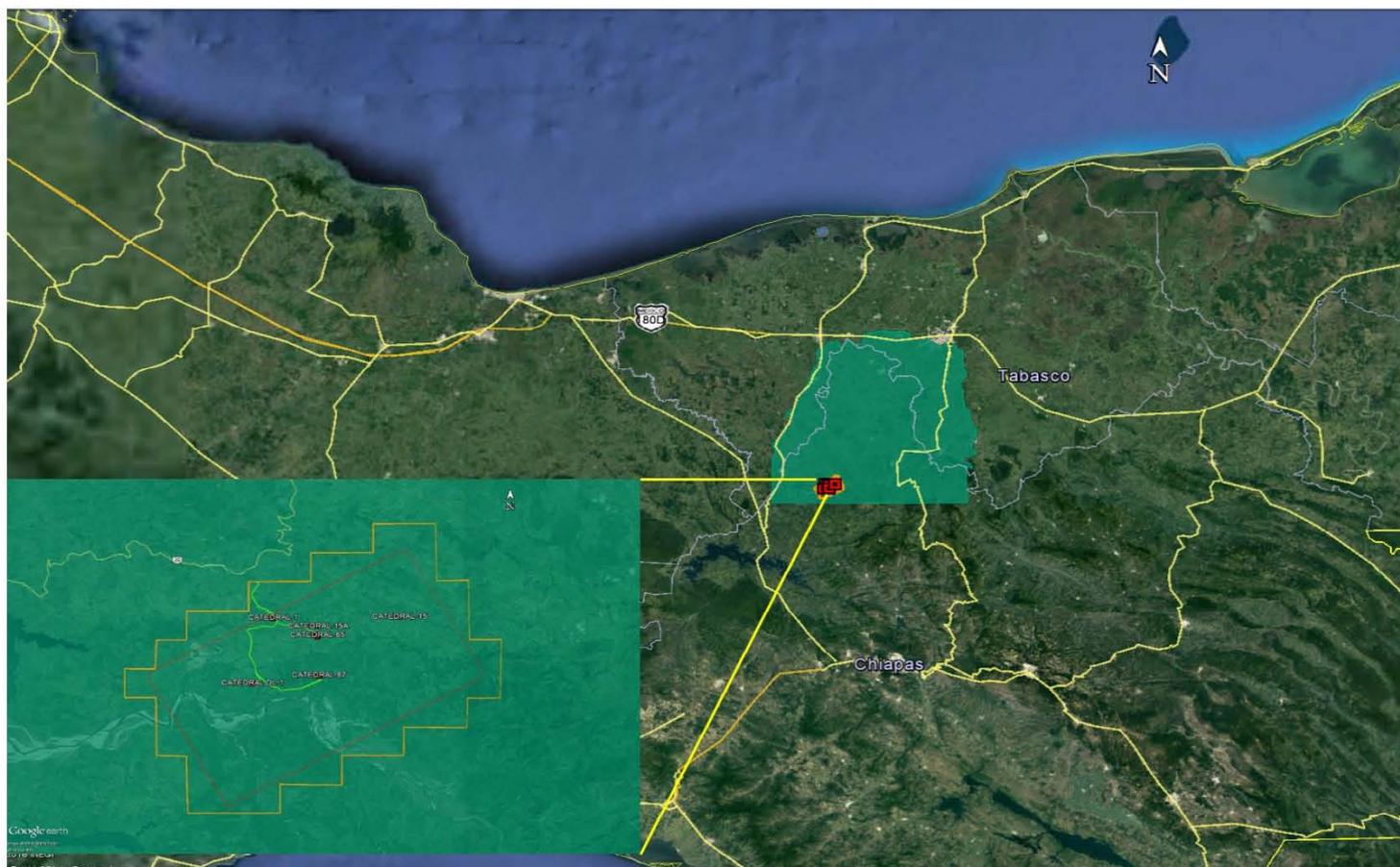


Figura 3-2.- Localización del Proyecto Cactus y el Área Contractual Cathedral.

3.3.2 Ubicación del Área Contractual Catedral

El Área Contractual Catedral, Figura 3-3, se localiza en la región Sur del país, dentro del proyecto “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”, comprende una superficie aproximada de 58 Km², es perteneciente a las actividades petroleras de tipo terrestres, en una zona completamente rural ubicada al norte del municipio de Ostucán, Chiapas; recalando su colindancia con los campos de extracción petrolífera más cercanos, Chintul, Chirimoyo, Malva, Muspac y Nicapa. La delimitación geográfica del área, obedece a una distribución administrativa, no de tipo geológico ni de ingeniería de yacimientos, campos cercanos y la actividad industrial mantienen cierta actividad petrolera que a su vez pudiera efectuar una influencia ambiental indirecta en las actividades desarrolladas en el Área contractual Catedral (CNH, 2015). En la Figura 3-4, se presenta el Área Contractual Catedral y su infraestructura existen (pozos, líneas de descarga, oleogasoducto, gasoducto y batería de separación).

Tabla 3-3.- Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Catedral.

Vértice	Geográficas		UTM-WGS84	
	Latitud N	Longitud W	X	Y
1	17°27'00.0001"N	93°18'30.0001"W	467259.20	1929363.81
2	17°27'00.0001"N	93°17'59.9999"W	468144.10	1929362.40
3	17°26'00.0001"N	93°18'00.0001"W	468141.20	1927518.55
4	17°26'00.0001"N	93°17'29.9999"W	469026.18	1927517.18
5	17°24'59.4387"N	93°17'29.9993"W	469023.36	1925656.08
6	17°24'59.4388"N	93°17'59.9991"W	468138.31	1925657.45
7	17°24'29.9999"N	93°17'59.9999"W	468136.87	1924752.77
8	17°24'29.9999"N	93°18'60.0000"W	466366.68	1924755.62
9	17°23'60.0000"N	93°19'00.0002"W	466365.15	1923833.70
10	17°23'59.9999"N	93°20'00.0001"W	464594.88	1923836.70
11	17°23'30.0000"N	93°19'60.0000"W	464593.28	1922914.78
12	17°23'30.0002"N	93°20'59.9999"W	462822.93	1922917.94
13	17°22'60.0000"N	93°21'00.0001"W	462821.24	1921996.01
14	17°22'60.0000"N	93°22'29.9999"W	460165.59	1922001.03
15	17°23'59.9999"N	93°22'30.0001"W	460169.19	1923844.88
16	17°24'00.0001"N	93°23'00.0002"W	459284.05	1923846.64
17	17°24'59.9999"N	93°22'59.9998"W	459287.75	1925690.49
18	17°25'00.0001"N	93°23'29.9998"W	458402.69	1925692.29
19	17°25'30.0001"N	93°23'30.0001"W	458404.57	1926614.22

Vértice	Geográficas		UTM-WGS84	
	Latitud N	Longitud W	X	Y
20	17°25'29.9998"N	93°23'00.0001"W	459289.59	1926612.42
21	17°26'00.0001"N	93°22'60.0000"W	459291.44	1927534.36
22	17°25'59.9999"N	93°22'30.0000"W	460176.42	1927532.60
23	17°26'29.9999"N	93°22'29.9999"W	460178.23	1928454.53
24	17°26'30.0001"N	93°21'30.0001"W	461948.10	1928451.14
25	17°27'00.0001"N	93°21'30.0001"W	461949.83	1929373.07
26	17°27'00.0001"N	93°20'30.0002"W	463719.62	1929369.83
27	17°27'30.0001"N	93°20'30.0001"W	463721.27	1930291.76
28	17°27'30.0001"N	93°19'30.0001"W	465490.98	1930288.67
29	17°28'00.0001"N	93°19'30.0001"W	465492.55	1931210.60
31	17°27'60.0000"N	93°18'30.0000"W	467262.18	1931207.66

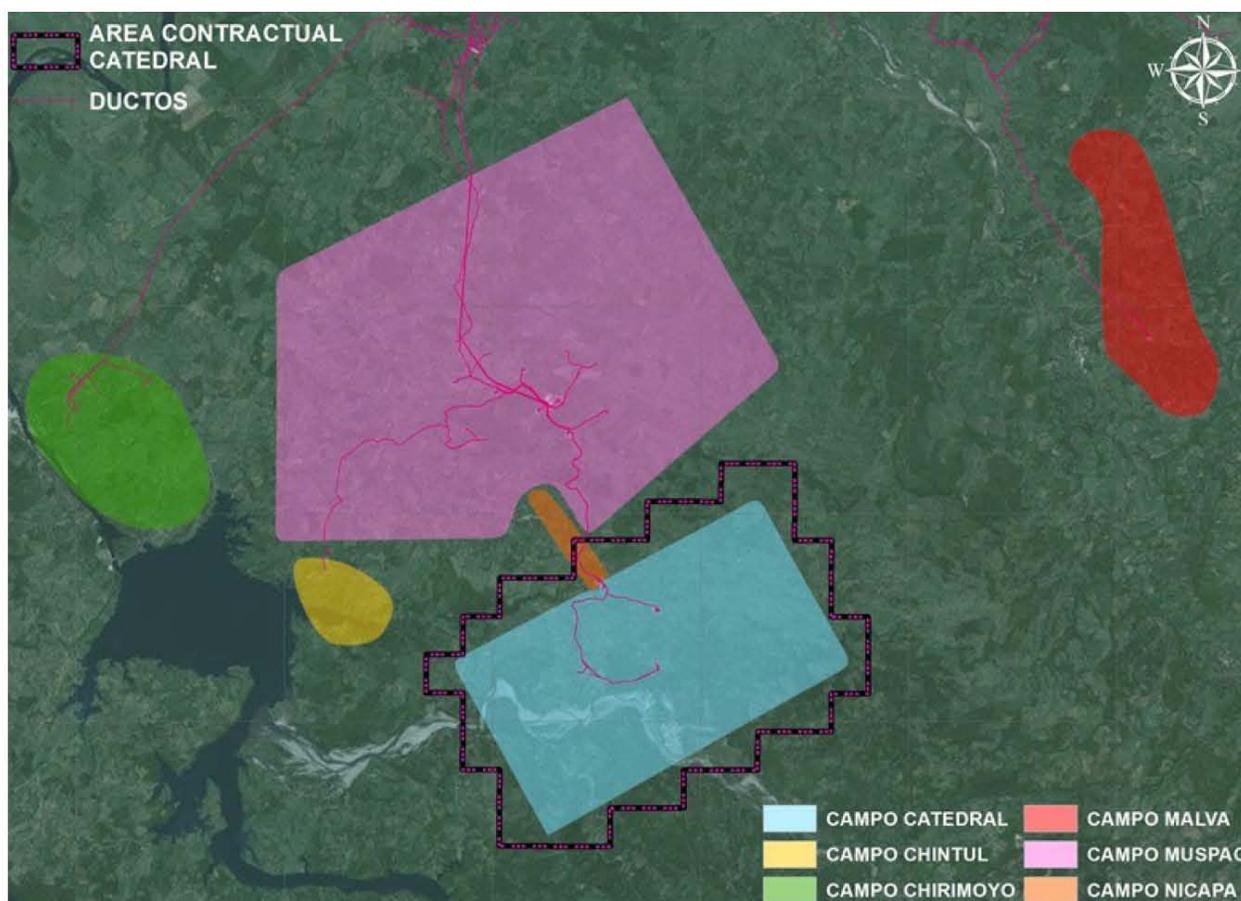


Figura 3-3.- Imagen que muestra el Área Contractual Cathedral y campos de desarrollo a sus alrededores.

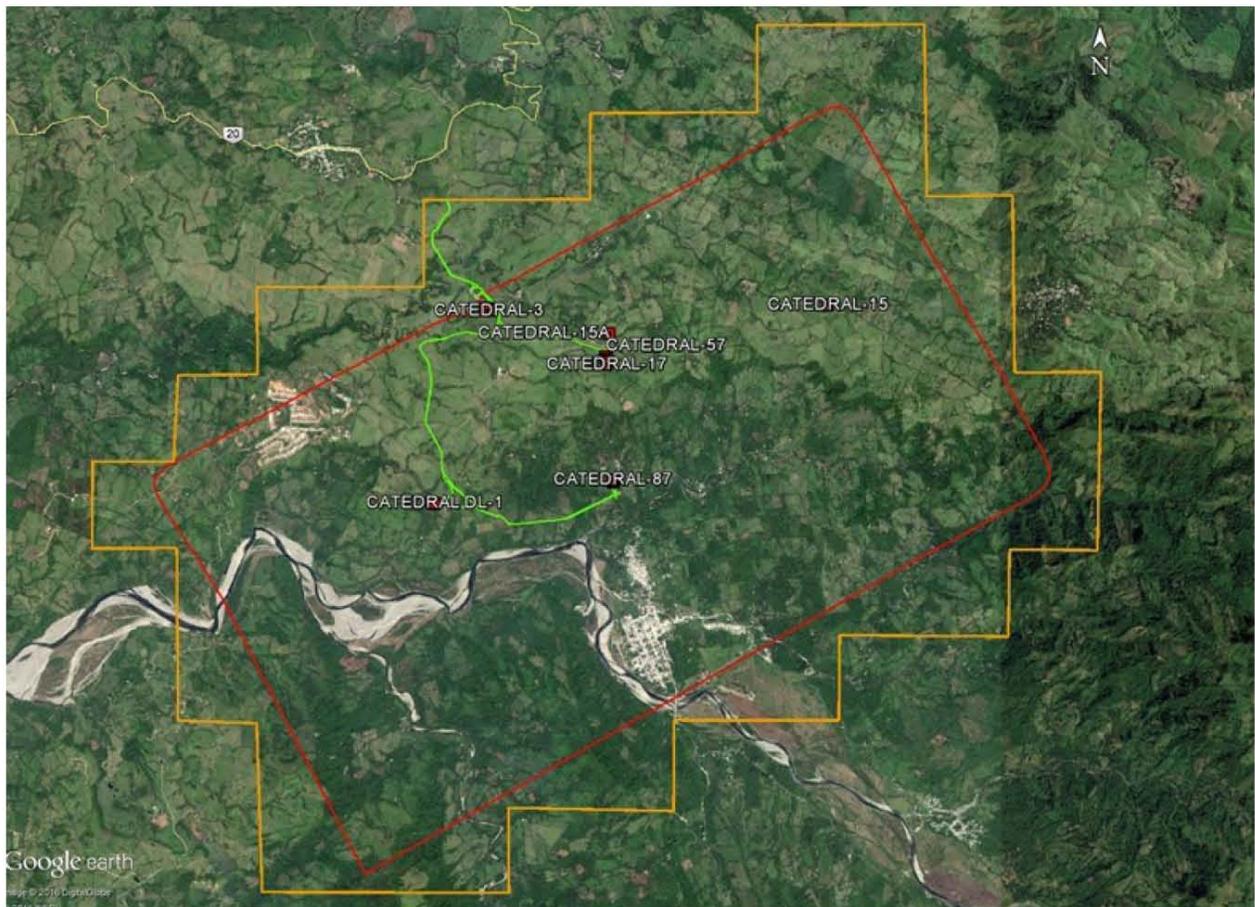


Figura 3-4.- Imagen que muestra el Área Contractual Catedral y sus instalaciones petroleras.



4. ALCANCE

Elaboración de un Estudio de Línea Base Ambiental (ELBA) en las instalaciones del Área Contractual Catedral que operará la empresa **DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V.** localizado en el Estado de Chiapas, con los objetivos específicos establecidos anteriormente, es con la finalidad de ser aprobado favorablemente por la ASEA.

5. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la Línea de Base Ambiental (LBA) en el Área Contractual Catedral, que operará la empresa **DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V.**

5.1 Objetivos Específicos

- Conocer las condiciones ambientales de las instalaciones e infraestructura (Pozos, Líneas de Descarga, batería de separación, olegasoductos, gasoductos y otras instalaciones atribuibles al sector) que comprende el Área Contractual Catedral.
- Identificar y evaluar los daños ambientales dentro del Área Contractual Catedral.
- Identificar y evaluar los daños preexistentes dentro del Área Contractual Catedral.

Eliminados nombres y puestos por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

6. PERSONAL Y EQUIPO

ÁREA	NOMBRE DE PERSONAL	PUESTO	MATERIALES Y EQUIPO DE CAMPO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EQUIPO VEHICULAR
GABINETE			<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de cómputo • Equipo celular • Impresora • Plotter 	<ul style="list-style-type: none"> • Uniforme correspondiente • Zapato de seguridad 	N/A
CAMPO (SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES)			<ul style="list-style-type: none"> • Libreta de Campo • Formatos Check list • Teléfono Celular • GPS • Explosímetro • Cámara • Equipo Lap Top • Botiquín • Extintor 	Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes, Protección Auditiva, Overol retardante de flama	CC-232 (FORD RANGER L4 XL PICK UP CREW CAB C/A AC STD, MOD. 2012, [REDACTED]) CPA-317 (RAM CHRYSLER MODELO 2012, CABINA SENCILLA, PICK, MOD. 2012, [REDACTED])

ÁREA	NOMBRE DE PERSONAL	PUESTO	MATERIALES Y EQUIPO DE CAMPO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EQUIPO VEHICULAR
CAMPO (CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL)			<ul style="list-style-type: none"> • Libreta de Campo • GPS • Teléfono Celular • Equipo Lap Top • Cámara • Trampas para fauna • Cebo para la trampas • Lámparas • Redes ornitológicas • Tubos de acero • Guías • Equipo de muestreo de suelo • Pala y Pico • Bolsas negras • Botiquín • Extintor 	Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes de Carnaza, Protección Auditiva	AS-200 (FORD RANGER L4 XL PICK UP CREW CAB C/A AC STD, MOD. 2012, [REDACTED])

ÁREA	NOMBRE DE PERSONAL	PUESTO	MATERIALES Y EQUIPO DE CAMPO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EQUIPO VEHICULAR
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS			<p>Cámara Fotográfica, Botiquín, Extintor, GPS manual, PetroFLAG.</p> <ul style="list-style-type: none"> • SYSCAL PRO Switch 24, resistivímetro. • Equipo CMD (Medidor de conductividad electromagnético) con frecuencia de 9.8 KHz, con computadora Paltop marca Archer2. EM31-MK2. <p>Georadar Quantum Imager Frecuenc Stepped Pulse System Radar Inc.</p> <p>Antenas GPS South Topográficas, Rover y colectora Unistrong Mobile GISer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • MiniRAE 3000 (lector de COV's) • Pocera motoconformadora MPK550 • Hand Augher (Muestreador manual) • Pocera Herramienta Manual. • Machete. • Perforadora Power Probe 9780D montada en camión FORD-550 	<p>Uniforme correspondiente, Botas de seguridad, Casco, Viboreras, Lentes de seguridad, Guantes de carnaza, Guantes de Neopreno, Protección Auditiva, Overol retardante de flama.</p>	<p>No. 5 (RAM CHRYSLER MODELO 2010, CABINA SENCILLA, PICK UP 8 CILINDROS, MOD. 2010, [REDACTED])</p> <p>No. 24 (PF FORD RANGER L4 XL PICK-UP CREW CAB STD, MOD. 2012, [REDACTED])</p> <p>No. 35 (CAMIONETA PICK UP CHRYSLER RAM 1500 4X4 REGULAR CAB ST V6 8AT MOD. 2015, [REDACTED])</p> <p>No. 37 (NISSAN NP 300 DOBLE CABINA, MODELO 2015, [REDACTED])</p>



7. METODOLOGÍAS

A continuación se listan las metodologías aplicadas al estudio de línea base ambiental Área Contractual Catedral, cabe señalar que solo será de manera enunciativa y en cada apartado se describirá a detalles, con la finalidad de no repetir la información, ver Anexo A.

7.1 Lista de verificación

A continuación se presenta una serie de puntos que se consideraron en el desarrollo de la línea base ambiental.

- 1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.
- 2.- Listado de obras que comprenden las instalaciones del área contractual.
- 3.- Diagrama de flujo de proceso de las instalaciones del área contractual.
- 4.- La consideración de la nomenclatura de pozos si es que existen elementos para su aplicación.
- 5.- Agrupar los pozos perforados en periodos de 10 años.
- 6.- Agrupar los pozos perforados por año en cada periodo de 10 años.
- 7.- Clasificar y agrupar los pozos en función de su estado actual.
- 8.- Cotejar el listado de pozos publicados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos con respecto de las instalaciones que se supervisarán en campo.
- 9.- Realizar un análisis progresivo y acumulado de perforación de pozos por año (impactos acumulados).
- 10.- Agrupar las baterías de separación e infraestructura adyacente, conforme a su uso y estado actual.
- 11.- Agrupar las líneas de conducción en función el transporte de gas, condensado y agua, así como su estado actual. (Líneas de descarga, gasoductos, oleoductos, acueductos, gasoductos etc.).
- 12.- Identificar las actividades principales de las obras tipo en función de sus fases de desarrollo, tomando especial atención en la construcción, operación, mantenimiento y abandono.
- 13.- Plan de atención a fugas y derrames en las instalaciones.



- 14.- Identificar otras actividades del sector primario e industrial dentro del área contractual (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras. La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio Ostucán, Estado de Chiapas, que presenta INEGI 2015.

7.2 Inspección de Instalaciones

La inspección de las instalaciones se realizó en los cuadros de maniobras de pozos (peras y macroperas), líneas de descarga, baterías de separación, infraestructura de producción diversa y líneas de conducción. Estas fueron revisadas dentro y fuera en una periferia de 50 metros para cada una de las instalaciones que comprende el Área Contractual Catedral, como se muestra el **ejemplo** de la Figura 7.4.

Es importante señalar que la inspección dentro y fuera de las instalaciones, son determinantes en la identificación probable de daños preexistentes, es decir que aunado a esta actividad; también se cruzará información cartográfica de cada tema y corroborada en campo, como es la topografía, la cercanía con cuerpos de agua, cobertura vegetal, vida silvestre, asentamientos humanos u otras actividades de carácter antrópico. Siguiendo el orden de ideas señaladas, la inspección en la periferia de 50 metros si se llegase a identificar escorrentías, cárcavas, suelo erosionado, ausencia de vegetación, cuerpos de agua que pudieran indicar probables daños ambientales y preexistentes fuera de ese radio. Se hará una inspección más allá siempre que se justifique técnicamente a juicio de experto en cada uno de los factores ambientales.

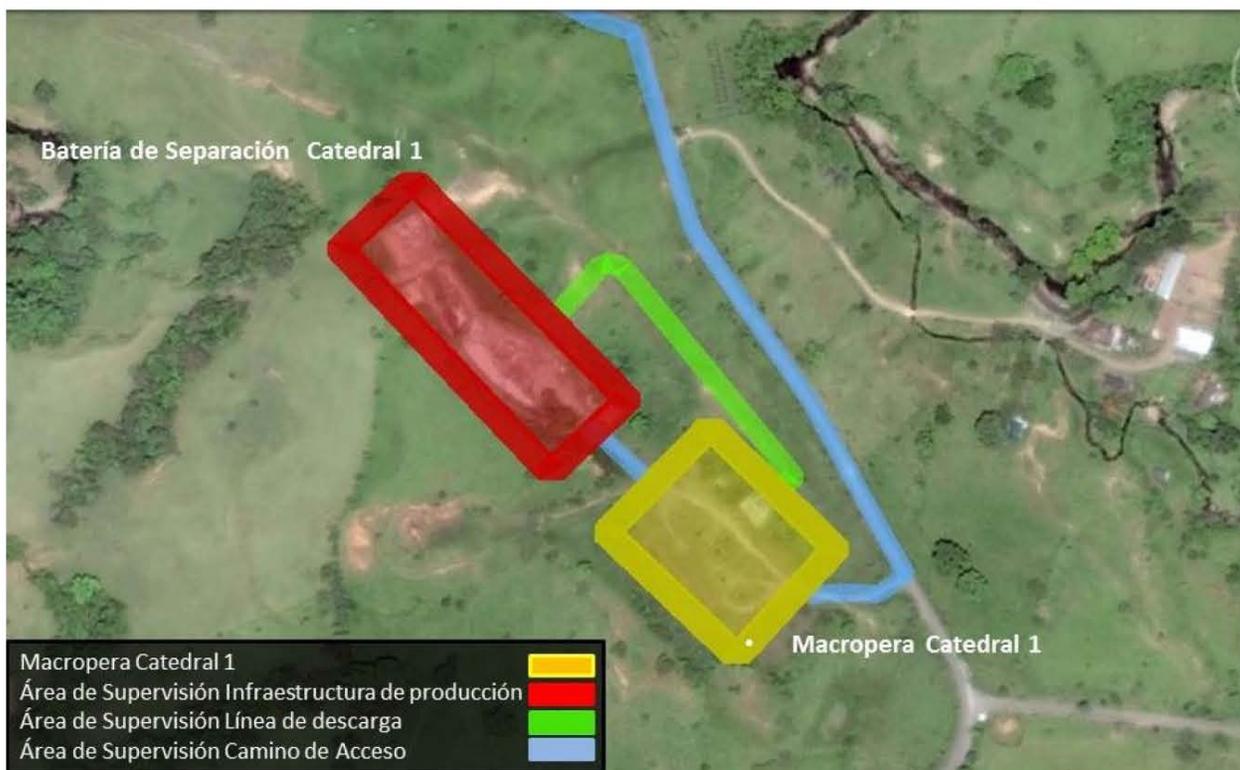


Figura 7.4.- Inspección de instalaciones dentro y de 50 metros en la periferia de la instalación.

7.3 Delimitación del área de estudio o sistema ambiental regional.

La delimitación del sistema ambiental regional se baso en el criterio de manejo integral de cuenca, para el Proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas.

7.3.1 Cuenca hidrológica

Que los criterios antes señalados están basados en el Criterio de Cuenca Hidrológica establecido en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI la cual define a “*Cuenca Hidrológica*”: *Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde*

ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas. En el inciso a) se describe el concepto de Región hidrológica como: "Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por lo tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por Estados, Distrito Federal y Municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa. ..."

7.3.2 Área contractual

La definición de área contractual está señalada en el artículo 4, fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que "... Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ...",

7.4 Metodología de sobre-posición de planos

Se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) ArcInfo versión 10.4, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales espacialmente referidos y obtener resultados confiables para la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible.

7.4.1 Adquisición de datos espaciales gráficos

7.5 Contexto regional

En este apartado se hizo una reseña bibliográfica exhaustiva de las características bióticas y abióticas de la subcuenca hidrológica y de existir la microcuenca se acotará a esta. La descripción del sistema ambiental regional será tomada de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, donde se ubica el área contractual.

7.5.1 Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas.

Se tomó como primer antecedente para el análisis regional la información del Proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, el cual toma en cuenta en su análisis el criterio de cuenca hidrológica y el **El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas**, en dicho programa, se describe el modelo de ordenamiento ecológico, que toma en cuenta la regionalización hidrológica, los límites geopolíticos y sociales. Los resultados de la interacción de dichos factores, permitirán identificar la problemática ambiental en la región, los cuales serán regulados a través de las unidades de gestión ambiental (UGA).

La delimitación geográfica de las UGA's se realizó con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que cabe señalar que en el caso de los límites geoestadísticos, éstos no sustituyen ni demeritan los límites "políticos-administrativos" actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística.

El límite geoestadístico es la "línea divisoria convencional exclusiva del Marco Geoestadístico Nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, las cuales se apegan en la medida de lo posible a los límites político-administrativos. Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre,



líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos)". Conforme al criterio antes señalado se identificó que el Área Contractual Catedral, se encuentra dentro del la UGA 18 de dicho ordenamiento ecológico del territorio.

7.5.2 Contexto local (área contractual)

La información bibliográfica generada para el contexto regional, se considerará como el antecedente teórico para desarrollar los trabajos de campo en los temas que se desarrollarán más adelante. Esto significa la comprobación del estado actual del sistema ambiental local que comprende el área contractual a trabajar.

7.6 Aspectos abióticos

7.6.1 Geología y geomorfología

En este apartado se consideraron las cartas geológicas de INEGI de la zona, en escala 1:250 000. En particular se desarrollará, la geología estructural, geología del subsuelo, geología del área contractual, sismicidad, deslizamientos, derrumbes y actividad volcánica. La información que se genere en este apartado, será totalmente bibliográfica y de información estadística que proporciones los diferentes centros gubernamentales especializados en el tema.

7.6.2 Clima y meteorología

Se utilizaron como principales fuentes de información para la caracterización climática del área contractual considerando las Estaciones Climatológicas más cercanas a la zona del proyecto la base de datos Extractor Rápido de Información Climática (ERIC), de las cuales se obtendrán las variables diarias de temperatura máxima y mínima, precipitación, evaporación, tormentas eléctricas, granizo, niebla, complementado con información de la Base de datos CONAGUA; para determinar el tipo de clima dentro del área contractual se utilizó las cartas de climas escala 1: 1,000 000, de acuerdo con Köppen modificado por E. García (1983).



7.6.3 Hidrología superficial y subterránea

Para la caracterización hidrológica del área contractual, se consideraron los factores biofísicos: topografía, precipitación pluvial, suelos y vegetación; información de hidrología superficial y subterránea reportada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), así como recorridos de campo para la verificación de la hidrología y muestreos realizados en el área de estudio para analizar diversos parámetros.

7.6.4 Calidad del aire

La metodología consistió en la instalación de una estación de monitoreo o caseta que contiene diversos equipos como: analizadores automáticos, monitores, sensores meteorológicos, entre otros, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos; con la finalidad de evaluar la calidad del aire en un área determinada. El objetivo del monitoreo es determinar, de fondo, la calidad del aire en el Área Contractual Catedral y su zona de influencia; durante un período de 24 horas continuas. En el monitoreo de la calidad del aire se emplean dos tipos de normas: las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de salud ambiental que establecen los límites permisibles de los contaminantes, y las técnicas que definen los métodos de medición de las sustancias normadas.



7.6.5 Erosión

La metodología aplicada para el cálculo del potencial de erosión, se realizó con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), de Wischmeier modificada por FAO en 1980.

Descripción de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

La ecuación básica es: $A = RKLSCP$

Dónde:

A es el promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha)

R es el factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr)

K es el factor de erosionabilidad del suelo (ton ha hr/ MJ mm ha)

L es el factor de longitud de la pendiente (Adimensional)

S es el factor de grado de pendiente (Adimensional)

C es el factor de manejo de cultivos (Adimensional)

P es el factor de prácticas mecánicas de control de erosión (Adimensional)

La EUPS se desarrolló como un método para predecir la pérdida anual promedio de suelo, para erosión entre canalillos y en canalillos. Con los parámetros disponibles, se pueden diseñar alternativas de manejo y de cultivos para una región dada, y puede servir como un indicador para evaluar las acciones en un predio o en una zona determinada.

7.6.6 Infiltración

Para el caso de la infiltración de agua a acuíferos, se tomó en cuenta la información generada en el apartado de hidrología subterránea, además se consideró el ACUERDO por el que se actualiza la



disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican en el Diario Oficial de la Federación DOF el 20 de abril de 2015.

7.7 Biotas terrestre y acuática/ medio biótico

7.7.1 Vegetación

Con el propósito de obtener resultados satisfactorios en cuanto a la descripción de la vegetación en el área contractual, las actividades se realizaron de la siguiente manera: A) fase de gabinete: consulta y recopilación bibliográfica, que constó principalmente de estudios como los de Shreve y Wiggins (1964), Felger (2000), guías de identificación botánica, consulta de cartografía oficial, entre otros; B) Fase de Campo: donde se realizarán recorridos en los diferentes tipos de vegetación en el área contractual y proponer muestreos representativos (subjetivos o selectivos) de la vegetación primaria, o ecosistemas frágiles, colecta de material botánico no identificado in situ, y posteriormente se identificaron con el empleo de claves especializadas, referencia de áreas con presencia de disturbios (agrícolas, pecuarias, sin vegetación aparente) e identificación de los agentes causantes, así como registro fotográfico.

Los criterios para determinar el número y la ubicación probable de los sitios de muestreo se basaron principalmente en la cartografía oficial de INEGI serie V (2015) de acuerdo a los tipos de vegetación principales, a la revisión de imágenes de satélite (Google, 2016) y rectificación en campo, verificando la cobertura vegetal. Con base a lo anterior, se definieron los puntos de muestreo tentativos en las comunidades vegetales con estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

7.7.2 Descripción de los muestreos

Se aplicó el método de muestreo de cuadrante para la vegetación de las comunidades arbustivas de una superficie de 10 m x 10 m, dando un área total de 100 m² por cuadrante. Se subdivide en cuadrantes de 5 m x 5 m. Se evaluará el número de individuos presentes por especie, considerando la altura y diámetro de cada planta (Brower, *et al.*, 1998), cobertura, calculando la abundancia numérica y la frecuencia de las

especies en el área contractual. Así mismo, para la vegetación de pastizales se aplicó Transecto en línea (Brower, et al., 1998) de 50 m de longitud, el cual se dividió cada 10 m y se obtuvieron datos de especies, número de individuos, altura total y cobertura interceptada.

7.7.3 Fauna

La metodología utilizada para el muestreo de fauna en el área estudio, estuvo en función de las necesidades y requerimientos, que ha sido establecida de acuerdo a un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo que permite integrar al ambiente un proyecto, una de las características más visibles es la necesidad de obtener información confiable, con validez científica, aplicada por personal capacitado en el ramo y en un período de tiempo determinado en el cual muchas de las veces no es viable un estudio con perfil de investigación y que arroje datos nuevos sobre la biología de los organismos o sobre la ecología de algún lugar en específico. En ese sentido, se aplicaron las metodologías denominadas “Evaluaciones Ecológicas Rápidas” publicado por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992) y retomado en el trabajo “Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas” (Sayre 2000) en los que explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características compatibles a las requeridas en el presente estudio de impacto ambiental.

7.7.4 Áreas sensibles (áreas donde puedan generarse contingencias, sobre la población y sus bienes y/o el ambiente incluye regiones prioritarias para la conservación y sitios ambientales sensibles).

En este apartado se tomó en cuenta la información disponible a nivel estatal y municipal, en referencia a los atlas de riesgo locales que tengan que ver con fenómenos naturales, vías de comunicación, centros industriales, y toda aquella infraestructura que pueda conllevar a eventos no deseados.

Por otro lado, en el aspecto de sensibilidad ambiental de los ecosistemas terrestres, se desarrollarán en el apartado de biota terrestre (flora y fauna), donde se consideran las áreas naturales protegidas de carácter estatal y federal, así como las diversas regiones terrestres prioritarias promovidas por la CONABIO y toda



la información que arroje la caracterización del sistema ambiental donde se encuentra inmerso el área contractual.

Es importante señalar que esta información quedo inmersa en el apartado de Fauna, ya que es un aspecto relevante en la distribución y abundancia de la fauna silvestre desde el punto de vista de la conservación.

7.7.5 Paisaje

Se analizó el paisaje como una característica, que resume los atributos del medio y su estatus actual incluyendo los efectos derivados de la actividad antropogénica. Considerando los criterios geocológicos y de relieve, con el fin de definir la Calidad Visual Vulnerable, en el sistema como un indicador. Así mismo se analizaron los resultados del estudio del medio abiótico y biótico. Para ello se dividió el área de estudio en unidades paisajísticas de acuerdo a un criterio fisiográfico, de cobertura vegetal y de uso de suelo.

El paisaje se analizó conforme a la cuenca visual, la cual se definió como la superficie visible desde un punto o conjunto de puntos. La percepción del paisaje es mayoritariamente visual, por eso para estudiar el impacto sobre una zona natural determinada, hay que definir:

- i. Calidad visual (CV)
- ii. Fragilidad visual (FV)
- iii. Visibilidad (V).

7.7.6 Patrimonio Arqueológico.

La identificación del patrimonio arqueológico, se encuentra vinculado con los aspectos sociales de las comunidades o poblaciones que cuentan con un antecedente histórico de su origen. En ese sentido, se tomará en cuenta la metodología propuesta por Vicente Conesa, este medio, constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, es susceptible de ser impactado, entre otras cosas, por actividades industriales generadoras de cambios en él. En este sentido, el mismo



autor explica que el entorno de un proyecto puede definirse como la parte del sistema ambiental que interacciona con el proyecto en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio,...) y de salidas (productos, empleo, rentas, residuos,...) y por lo tanto en cuanto a provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de efectos, razón por la cual al establecer un proyecto cercano a núcleos poblacionales se remarca la importancia de realizar un estudio de la situación presente del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población una vez realizado. Por este motivo, para el presente proyecto, resultó necesario conocer el medio socioeconómico que conforma el entorno del Área Contractual Catedral.

7.8 Registro de daños preexistentes

7.8.1 Investigación histórica

La etapa de investigación histórica, consistió en la revisión y análisis de los registros históricos entregados proporcionados por la empresa operadora, dichos documentos proporcionaron información de diferentes eventos suscitados en el área de estudio que pudiesen haber causado daños ambientales que condujeron a la contaminación del suelo, el subsuelo y/o los mantos acuíferos. El conocimiento de su historia permite resolver si es necesario continuar con las siguientes etapas de investigación que confirmen o descarten la contaminación en el suelo.

En dichos registros se identificaría el origen del incidente que dio lugar al derrame del (los) contaminante(s) en el área, la estimación del volumen vertido en el medio, las medidas de atención realizadas para su contención o saneamiento para resarcir los daños efectuados al medio ambiente (en el caso de que hubieran dichos daños pre existentes).

Otro punto importante a considerar de estos registros es conocer si cada evento fue notificado a las autoridades ambientales correspondientes (PROFEPA, CONAGUA, ASEA, etc), identificando si se ha dado el seguimiento de los procedimientos y los resolutive emitidos por estas instituciones. Identificando las afectaciones sociales y económicas que guarda el sitio.



Una vez obtenidos los registros, se clasifica la información documental del sitio de cuando sucedió el evento, tomando en cuenta los aspectos meteorológicos, fisiográficos y rasgos antropogénicos de mayor relevancia, considerando los cuerpos de agua así como formaciones geológicas y medio ambiente aledañas al área de estudio.

7.8.2 Estudios en campo (Métodos indirectos)

El resultado del reconocimiento del sitio nos permitirá definir en gran parte la metodología indirecta aplicable más idóneo en el sitio. En este reconocimiento se colectan datos superficiales, tales como cambios de vegetación, modificaciones edáficas, topografía, estructuras geológicas presentes, afloramiento de rocas.

La mayor parte de los estudios de caracterización de suelos contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo las herramientas ofrecidas por la geofísica. El uso de esta metodología consiste en identificar aquellos contrastes resistivos del subsuelo ocasionados por la presencia de hidrocarburos. Los aportes ofrecidos permiten tener un panorama preliminar de las condiciones del subsuelo. Las propiedades de cada método y las condiciones del terreno determinan la utilidad de las diferentes metodologías. En zonas contaminadas los valores de resistividad presentan alteraciones en comparación con las zonas limpias.

Esta actividad permite reconstruir detalladamente el pasado del sitio para:

- Confirmar los indicios que clasifican al sitio como potencialmente contaminado (denuncias, uso de suelo industrial o disposición de residuos, etc.).
- Conocer las operaciones desarrolladas (principales y secundarias o auxiliares) en el sitio para definir la naturaleza de la potencial contaminación, los contaminantes, las distintas rutas, vías de exposición y los efectos adversos observados en el ambiente o los efectos potenciales que pudieran presentarse.

7.8.3 Plan de muestreo



Para determinar el área aproximada de afectación por el derrame de contaminantes en suelo, fue necesario llevar a cabo previamente un estudio por métodos indirectos tal como las tomografías eléctricas, georadar, CMD, Gasometría y/o Petroflag.

8 RESULTADOS

8.1 Descripción detallada por cada uno de los temas aplicables al Proyecto

Delimitación del Área de Estudio o Sistema Ambiental Regional

Cuenca Hidrológica

Existen diversos criterios para la delimitación del Sistema Ambiental SA, como área de interacción del Área Contractual Catedral, y las actividades humanas existentes, así como las características generales de los componentes ambientales que ahí se desarrollan. Entre dichos juicios destaca, el Criterio de Cuenca y para definirlo se consideró la conceptualización establecida en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI la cual define a "Cuenca Hidrológica" como: *Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas. En el inciso a) se describe el concepto de Región hidrológica como: "Región hidrológica": Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por Estados, Distrito Federal y Municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico – administrativa. .."*



La selección del concepto de cuenca, ha sido hasta el día de hoy como uno de los mejores criterios para la planeación ambiental o bien el manejo integral de los recursos naturales, tratándose de cualquier actividad productiva pública o privada. De lo anterior se desprende que, el Manejo Integral de Cuencas es un mecanismo que permitirá ordenar y guiar los patrones de uso de suelo y uso de los recursos naturales de tal manera que la sociedad pueda satisfacer su demanda de recursos sin detrimento de la calidad ambiental, es decir; la interacción del proyecto y los diferentes componentes ambientales de que está conformada, tales como el suelo, la biodiversidad, la hidrología y los aspectos socioeconómicos en un gradiente entre las zonas altas y las zonas bajas considerando los efectos a distancia. (Cruz Bello, 2003).

La principal característica del Manejo Integral de Cuencas es que su proceso es integrativo, adaptativo y participativo, lo cual quiere decir:

- i) Es integrativo, ya que reconoce las interdependencias entre los diferentes elementos del ecosistema, es decir la hidrología, la biodiversidad, la población y las diferentes actividades que se realizan en la cuenca. Además incorpora conocimiento de diferentes disciplinas ya sean técnicas, como hidrológicas y ecológicas con los conocimientos de la sociedad y emplea diferentes modelos para proponer las técnicas de manejo.
- ii) Es adaptativo, ya que reconoce que la sociedad es dinámica y que los enfoques tanto de la sociedad como de las instancias gubernamentales (Estatal o Federal) están sujetas a modificarse. Por lo tanto, este modelo tiene que ir cambiando y adecuándose a esas condiciones. En otras palabras considera las características de la población actual y trata de ir manejándolas en el futuro.

Uno de los componentes principales dentro del enfoque adaptativo es el monitoreo, ya que continuamente se tiene que estar evaluando el éxito de las prácticas y medidas que se están proponiendo en el caso de una actividad productiva como lo es la explotación de los yacimientos de hidrocarburos con respecto del medio ambiente. De esta manera se puede ver qué tanto han impactado en el beneficio de la sociedad y qué tanto han detenido el deterioro de los sistemas ambientales, y obviamente todo el tiempo se está generando nueva información. Si dicha información es pertinente se deberá incorporar para mejorar los planes de manejo.

- iii) Por último, se dice que es participativo ya que propone nuevas formas de colaboración entre los diferentes sectores sociales, pues considera los diversos puntos de vista de los grupos de usuarios de los recursos naturales. Es importante considerarlos desde el momento de la planeación, en el momento de la instrumentación y también en la evaluación.

El manejo integral de cuencas es también un criterio muy utilizado en el ordenamiento ecológico del territorio, por lo cual será considerado como parte de la metodología de la caracterización biótica y abiótica regional donde se ubica el área contractual. En este caso, se considerará el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio POETCH del estado de Chiapas, solo como referencia ya que este ha quedado sin efecto para el sector hidrocarburos.

Área contractual

Sumado al concepto de cuenca hidrológica, se describe la definición de área contractual señalada en el artículo 4 fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que “... *Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ...*” ,

Bajo estos criterios técnicos legales, se podrá realizar un diagnóstico ambiental de la *cuenca hidrológica* donde está insertada el *área contractual*, y de este modo observar las tendencias de cambio de la calidad ambiental actual la cual se considerará como *línea base* y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema de la cuenca. El diagnóstico ambiental consiste básicamente el estado actual de los componentes ambientales de la cuenca y posteriormente ajustarse a la metodología del manejo integral de cuencas, siempre teniendo como objetivo las actividades actuales y a futuro del área contractual, tal y como se muestra en la Figura 8.1-1.



Figura 8.1-1.- Fases de manejo integral de una cuenca tipo.

De acuerdo con la Figura 8.1-1 donde se marca el ciclo de manejo integral de una cuenca tipo consta de tres etapas, primero la fase de *caracterización*, esta consiste con el establecimiento de *metas y objetivos*, en este caso se trata de un proyecto que albergará una serie de empresas industriales en un periodo de tiempo mayor a cincuenta años dentro de un límite económico definido. Posteriormente se hará la *caracterización del sistema ambiental* de las cuencas donde se pretende llevar a cabo el proyecto, y los resultados de la caracterización llevan al siguiente paso que es la determinación de problemas y oportunidades, es decir; si existe la factibilidad de llevarse a cabo el proyecto. De este derivan las estrategias o alternativas de manejo de la cuenca, conforme a las actividades proyectadas.

La siguiente etapa es la fase de soluciones, esta se refiere a la selección de estrategias de atención que permitan hacer compatible las actividades proyectadas con respecto de los componentes ambientales caracterizados y donde se hayan identificados daños ambientales o preexistentes, a través de la propuesta y ejecución de las medidas de prevención y mitigación. La fase de resultados se avoca a la verificación de la aplicación correcta de las medidas propuestas o bien que estas no hayan sido las idóneas, valoradas a través

de un programa de monitoreo y evaluación del éxito de las medidas diseñadas, las cuales se verán reflejadas en las metas establecidas, es decir la calidad del estado actual del área contractual, (Tabla 8.1-1).

Tabla 8.1-1.- Ciclo del manejo integral de cuencas para el Área Contractual Catedral.

ETAPAS DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS		
CUENCA / PROYECTO	ETAPAS	PASOS A SEGUIR
Región Hidrológica y proyecto	CARACTERIZACIÓN	METAS Y OBJETIVOS: Delimitación del límite económico del proyecto en la cuenca, antecedentes del proyecto.
		CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL: Realización de trabajos de campo y gabinete de los componentes ambientales suelo, vegetación, clima, biodiversidad, hidrología, geología y socioeconómico. Identificación de impactos acumulados (pasivos ambientales).
		FACTIBILIDAD: En función de los indicadores ambientales
	SOLUCIONES	ESTRATEGIAS Y ALTERNATIVAS: La sensibilidad ambiental en función de la actividad petrolera.
		PROPUESTAS DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN: Diseño de medidas por componente ambiental y etapa de desarrollo
	RESULTADOS	APLICACIÓN DELAS MEDIDAS: Resultados de éxito
PROGRAMA DE MONITOREO: Seguimiento de cumplimiento de la aplicación de medidas.		

Derivado de lo antes señalado, se llevó a cabo la Delimitación del Sistema Ambiental SA, con respecto de la regionalización hidrológica de México, a través de la técnica de sobre posición de planos, utilizando un sistema de información geográfica (SIG) ArcInfo versión 9.1, el cual es una herramienta utilizada para analizar y manejar datos digitales espacialmente referidos y obtener resultados confiables para la toma de decisiones, a través del análisis e interpretación de datos biofísicos, socio-económicos, estadísticos, espaciales y temporales necesarios para generar de una forma flexible. De este análisis se obtuvo que la poligonal del Área Contractual Catedral se localiza en la Región Hidrológica número 30 (RH30), Grijalva-Usumacinta, en la cuenca Grijalva-Villahermosa (D), subcuencas Río Platanar (f), Río Mezcalapa (c) y Río Sayula (e), ver Tabla 8.1-2 y Figura 8.1-2 y 8.1-3.

Tabla 8.1-2.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Cactus y Catedral.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R. Grijalva-Villahermosa	(w) Río Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Río Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Río de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Río Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Río Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Río Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Río Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Río Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Río Usumacinta	(e) Río Zayula	11,003.28	2.46	

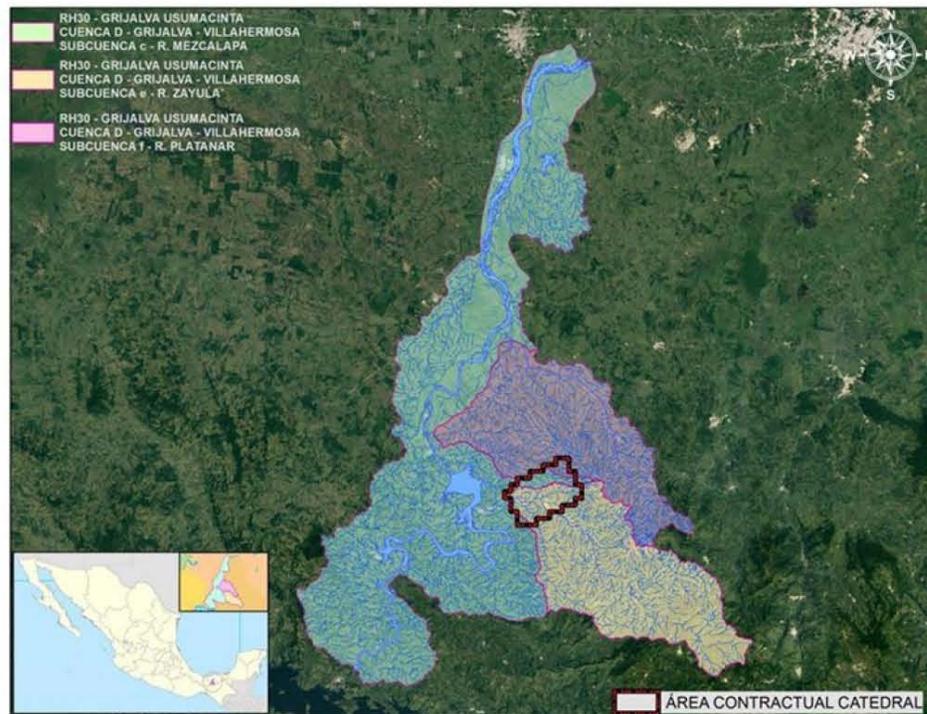
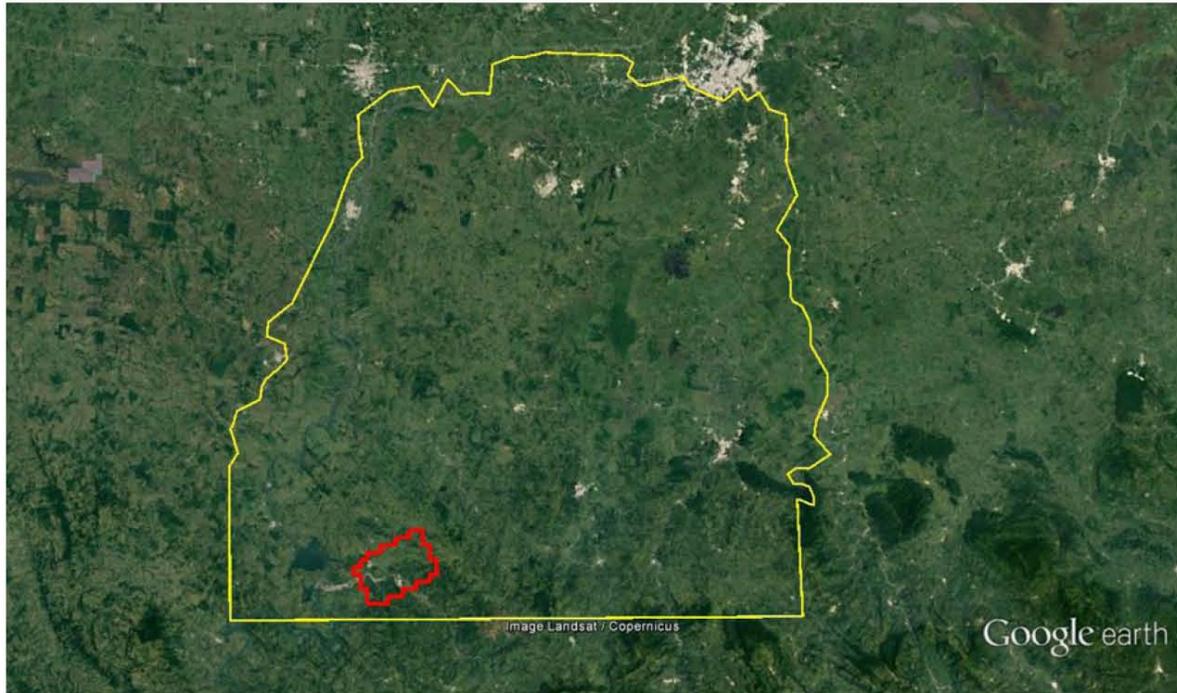


Figura 8.1-3.- Cuencas hidrológicas Área Contractual Catedral



Proyecto Cactus

Área Contractual Catedral

Figura 8.1-3.- Imagen que muestra la poligonal del proyecto Cactus y Área Contractual Catedral.

La acotación o delimitación de un área de contexto regional donde está insertada el Área Contractual Catedral, a través de las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH) y de la caracterización del sistema ambiental descrita en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional Cactus, donde ambos están íntimamente ligados ya que comparten información general a nivel regional. En ese sentido, se partirá de este contexto regional, para la caracterización local o puntual del Área Contractual Catedral.

Información General del Sistema Ambiental Proyecto Cactus, donde se ubica el Área Contractual Catedral

En la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.-DG-1983.09 para el proyecto “**Desarrollo de actividades del Proyecto Cactus**”, se describe de manera general los aspectos ambientales que comprenden la poligonal del proyecto regional, donde se encuentra inmerso el Área Contractual Catedral. Al cual denominan **Caracterización Ambiental** en la citada resolución y a continuación se presenta una tabla resumen de las características generales del proyecto regional (Tabla 8.1-3).

Tabla 8.1.3.- Caracterización ambiental bajo el criterio de cuenca hidrológica.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus					
<p>La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.</p> <p>La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.</p>					
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R.Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	

Continuación de la Tabla 8.1-3.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus
Caracterización abiótica
Clima
<p>La zona de estudio se ubica en la zona tropical, con un menor porcentaje en la parte norte con solo un tipo de clima de tipo Am, subtipo Am(f) (119,589.00 Ha) de acuerdo a la modificación propuesta por García (1988). El clima Cálido húmedo presenta abundantes lluvias en verano (al menos diez veces más lluvia en el mes más húmedo, que en el más seco) y parte de otoño, época de los ciclones tropicales. Presenta un por ciento de lluvia invernal mayor a 10.2 producida por la influencia de los nortes.</p> <p>En la zona sur de la región de estudio el clima representativo es Af(m) abarca 328,517.00 Ha (la mayor extensión) cálido húmedo con lluvias todo el año</p> <p>El promedio de temperatura media anual para el clima Am(f), oscila entre los de 26° y los 28° C, con una marcha anual de la temperatura de tipo Ganges, debido a que la máxima de temperatura se registra antes de la estación lluviosa y el solsticio de verano en mayo, con un valor promedio de 33° a 34° C. La temperatura más baja se presenta entre los meses de noviembre y abril oscilando entre los 12° y los 15° C en el mes más frío.</p> <p>El clima Af(m), presenta una temperatura media anual que alcanza los 26.8°C con un rango de máximas promedio de 35.7°C y mínimas promedio de 17°C. La marcha anual de la temperatura salvo excepciones alcanza un mínimo en enero y el máximo en los meses de abril y mayo. En mayo la temperatura desciende hacia un mínimo secundario en julio, y se mantiene con pequeños altibajos hasta que el mes de octubre presenta un descenso franco</p>
Suelo
<p>Con base en la información proporcionada a través de la MIA-R, Se presentan en la zona de estudio cinco unidades diferentes de suelo: Cambisoles, Acrisoles, Nitisoles, Luvisoles, Vertisoles, y en menor proporción, Feozem, Regosoles y Gleysoles, y sus respectivas subunidades.</p> <p>Los suelos en esta zona son el resultado de diferentes factores: los de la planicie fluvio- deltáica son influidos por la acumulación aluvial de sedimentos en el agua aportado por los ríos debido a las altas precipitaciones, así como a los tipos de vegetación, los de los lomeríos, valle y montañas además de tener la influencia de la precipitación y la vegetación su origen depende también de su historia geológica que en muchas ocasiones reflejan los impactos a los que pudieran estar sometidos.</p>
Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus
<p>La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.</p> <p>La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.</p>

Continuación de la Tabla 8.1-3.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus					
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R.Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	
Caracterización abiótica					
Aire					
No se cuenta con una red de monitoreo de la calidad del aire en los estados u otro tipo de instalación que nos permita conocer con certeza este punto. Sin embargo, se considera que en términos generales la calidad del aire en la región es buena.					
Geología y geomorfología					
El área está formada por zonas de origen Mesozoico en la parte sur y Cenozoico la región norte. Con respecto al Mesozoico la parte más antigua de esta región de estudio corresponde al Cretácico inferior (76.45 Km ²). El resto de la zona se encuentra en el Cenozoico distribuido en cuatro zonas, que van del Terciario a la zona con mayor superficie en el Cuaternario, esta última en la planicie con areniscas (2,049.34 Km ²). Las eras geológicas que corresponden a tres zonas del Terciario se identifican como: Oligoceno (60.52 Km ²), el Mioceno con 2,283.55 Km ² y el Plioceno con 11.18 Km ² .					
En la zona que corresponde a la planicie, la región se presenta un depósito de materiales clásticos continentales aportados hacia la llanura costera, desde el Terciario que han dado lugar a la acreción de amplios sistemas deltáicos					
El área de influencia del proyecto pertenece a la zona B (región de sismicidad media del país) con baja vulnerabilidad a sismos de carácter catastrófico. La recurrencia de sismos con magnitud de entre 3 y 6 grados en la escala de Richter es de 1 cada 3-4 años, siendo muy espaciados en el tiempo y de mínimas consecuencias para la población e infraestructura de la localidad					

Continuación de la Tabla 8.1-3.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus					
<p>La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.</p> <p>La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.</p>					
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R. Grijalva-Villahermosa	(w) Río Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Río Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Río de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Río Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Río Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Río Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Río Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Río Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Río Usumacinta	(e) Río Zayula	11,003.28	2.46	
Caracterización abiótica					
Hidrología Superficial y Subterránea					
<p>El área de estudio funciona principalmente como una zona de captación de agua superficial, que escurre e inunda las zonas ubicadas al norte del área de estudio. Subterráneamente, la parte sur del área evaluada funciona como un área de recarga de agua subterránea, la cual aflora como flujo base en los ríos que surcan el área de estudio.</p> <p>Los principales escurrimientos se dirigen hacia el oeste y este, aportando a los Ríos Viejo Mezcalapa (b), Río Pichucalco (subcuenca h) y La Sierra (subcuenca i). El principal Río por su caudal y dimensiones lo forman el Grijalva y Mezcalapa, localizado en la parte oeste de la zona de estudio. Este escurrimiento obedece a la geomorfología de la zona que a su vez modela el relieve.</p> <p>Las subcuencas (c, g, h) descargan al Río Grijalva. De igual forma los Ríos Platanar y Camoapa son tributarios de este Río, mientras que el Río Ostucan descarga a la presa peñitas.</p>					

El curso de los cauces y los procesos geomorfológicos asociados a el han determinado el relieve superficial de la zona.

La dirección general del flujo subterráneo es hacia el Golfo de México (de sur a norte), correspondiendo con el flujo superficial

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus

La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.

La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R.Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46		

Caracterización abiótica

Hidrología Superficial y Subterránea

Las subcuencas (c, g, h) descargan al Río Grijalva. De igual forma los Ríos Platanar y Camoapa son tributarios de este Río, mientras que el Río Ostucan descarga a la presa peñitas.

El curso de los cauces y los procesos geomorfológicos asociados que han determinado el relieve superficial de la zona.

La dirección general del flujo subterráneo es hacia el Golfo de México (de sur a norte), correspondiendo con el flujo superficial

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus					
<p>La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.</p> <p>La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.</p>					
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva- Usumacinta	(D) R. Grijalva- Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	
Caracterización Biótica					
Vegetación					
<p>Se trazaron cuadrantes de 15 x 15 (225 m²), utilizando cintas tipo cruceta de 100 m, dentro de los cuales fueron registradas las especies y se tomaron datos de altura, las cuales fueron obtenidas utilizando una vara medidora graduada a 14 m, para obtener el DAP se utilizaron cintas métricas y verniers, en cuanto a la condición en que fueron encontraron las especies, se agruparon por categorías según el tipo de muerte observado. Se tomaron datos de luminosidad con un fotómetro ExTech, para estimación de cobertura</p> <p>Adicionalmente, para la Selva Mediana de Canacoite se utilizó el método de cuadrantes centrados en puntos para medir el estrato arbóreo. Este método consiste en marcar puntos separados cada 10 m a lo largo de un transecto. En cada punto se pasa una línea perpendicular al transecto con lo que se forman cuatro cuadrantes por punto</p>					

Tipos de vegetación asociados*	Tipos de vegetación identificados	No. de fragmentos	%
SELVA	Bosque Mesófilo de Montaña	8,769.90	2.05
	Selva Alta Perennifolia	4,812.10	1.13
	Selva Mediana Perennifolia de Ramón	1,172.50	0.27
	Selva Baja Perennifolia	8,640.20	2.02
	Selva Alta Perennifolia Fragmentada	70,257.80	16.43
	Selva Mediana Perennifolia Fragmentada	6,803.50	1.59
ACAHAL	Tintal	325.40	0.08
	Acahual	45,102.40	10.55
VEGETACIÓN RIPARIA	Bosque de galería / Veg. Riparia	11.90	0.00
VEGETACIÓN HIDRÓFITA	Popal	899.20	0.21
	Popal – Tular	1,475.90	0.35
	Tular	477.30	0.11
	Tular – Popal	467.00	0.11
	Hidrófilas flotantes	3,099.40	0.72
PLANTACIONES	Plantación de palma aceitera	17.60	0.00
	Plantación de plátano	19,076.00	4.46
	Plantación de caña	1,808.90	0.42
	Plantación de cítricos	1,635.70	0.38
	Plantación de cacao	4,463.00	1.04
	Plantación de eucalipto	13.80	0.00
PASTIZALES	Pastizal cultivado	217,495.20	50.86
	Pastizal cultivado inundable	15,809.10	3.70
	Pastizal inducido	1,174.10	0.27
	Pastizal inducido inundable	13,799.20	3.23
TOTAL		427,607.10	100.00

Se reportan 93 especies pertenecientes a 81 géneros y 45 familias distribuidas en los ocho sitios de muestreo del proyecto Cactus. Las familias botánicas mejor representadas son la *Leguminosae*, *Moraceae* y *Meliaceae*.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus

La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.

La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)																												
RH-30 Grijalva- Usumacinta	(D) R. Grijalva- Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78																												
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85																													
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04																													
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27																													
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60																													
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45																													
	(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44																														
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87																													
(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46																														
Caracterización Biótica																																	
Fauna																																	
<p>Se encontraron 5,181 individuos distribuidos taxonómicamente en 28 ordenes, 74 familias y 221 especies, de las cuales 38 se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 o en listado de CITES, (14 especies de aves, 7 mamíferos, 3 anfibios y 14 reptiles); se reportan 54 especies indicadoras de calidad de hábitat. La riqueza total del área de influencia de la MIA CACTUS es de 221 especies, siendo la selva de canacoite el hábitat con mayor riqueza específica con 102 especies, seguida por el popal con 78 especies</p>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Hábitat</th> <th>Número de individuos</th> <th>Riqueza específica (Número de especies)</th> <th>Índice de diversidad (Shannon-Wiener) H'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Achual</td> <td>367</td> <td>72</td> <td>5.392</td> </tr> <tr> <td>Bosque nuboso</td> <td>227</td> <td>52</td> <td>4.847</td> </tr> <tr> <td>Cultivo de palma de aceite</td> <td>535</td> <td>56</td> <td>4.733</td> </tr> <tr> <td>Pastizal cultivado</td> <td>826</td> <td>69</td> <td>4.285</td> </tr> <tr> <td>Pastizal inducido</td> <td>567</td> <td>67</td> <td>4.744</td> </tr> <tr> <td>Platanar</td> <td>377</td> <td>51</td> <td>4.163</td> </tr> </tbody> </table>						Hábitat	Número de individuos	Riqueza específica (Número de especies)	Índice de diversidad (Shannon-Wiener) H'	Achual	367	72	5.392	Bosque nuboso	227	52	4.847	Cultivo de palma de aceite	535	56	4.733	Pastizal cultivado	826	69	4.285	Pastizal inducido	567	67	4.744	Platanar	377	51	4.163
Hábitat	Número de individuos	Riqueza específica (Número de especies)	Índice de diversidad (Shannon-Wiener) H'																														
Achual	367	72	5.392																														
Bosque nuboso	227	52	4.847																														
Cultivo de palma de aceite	535	56	4.733																														
Pastizal cultivado	826	69	4.285																														
Pastizal inducido	567	67	4.744																														
Platanar	377	51	4.163																														

Continuación de la Tabla 8.1-3.

Regionalización hidrológica del polígono del proyecto Cactus					
<p>La delimitación del SAR con base en el concepto de cuenca hidrológica, propuesto por Floke (1997) quien señala que es unidad geográfica que permite delimitar e incorporar de forma integral todos los recursos existentes en el área geográfica propuesta. En este nivel se considera que la cuenca hidrológica, es la unidad incluyente de procesos dinámicos e integrales, entre los que se encuentran los flujos fisicoquímicos, a través del ciclo hidrológico y sus componentes se encuentran estrechamente interconectados a través de sus funciones y servicios ambientales a los componentes bióticos.</p> <p>La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas o cuencas de orden inferior, se demarcan por áreas de drenaje superficial en donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas, tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.</p>					
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R. Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	
Caracterización					
Paisaje					
<p>El enfoque paisajístico, es un criterio metodológico que integra e interrelaciona, los componentes físicos y biológicos y brinda una dimensión espacial o geográfica a conceptos que bajo otra directriz dificultaría su delimitación, como es el caso del ecosistema. Esta metodología nos permite integrar en una sola obra cartográfica la información de los componentes del paisaje como una referencia de análisis. La herramienta de descripción de la zona, partió de la regionalización paisajística que da una ubicación espacial a las variaciones de los componentes que integran los factores formadores del paisaje en la zona de la cuenca donde se ubica.</p>					
CLASE	SUBCLASE		TIPO ^{oo}	GRUPO (ha)	
II	A	3 Erosivo y	Con Clima Am(f) y suelos de	b) Selva Fragmentada	

Valle	Valle erosive	acumulativo	no	Acrisol húmico, Cambisol Distrito y Cállico, Nitosol Dúrico, Acrisol Ortico, Fluvisol Eútrico y Luvisol Cállico.	(2,246.27) f) Pastizal (2,520.66)
III Planicie	A Planicies Deltáicas	1 Deltáicas del Cuaternario	del	Con Clima Am(f) suelos de Acrisol Húmico y Ortico, Cambisol Distrito y Cállico, Nitosol Dúrico, Fluvisol Eútricos, Luvisol Cállico.	a) Selvas, Bosque de Galería, Vegetación Hidrófita, Tintal (1,639.58) c) Vegetación Secundaria (5,310.84) d) Plantaciones
				3 Deltáicas del Terciario del Mioceno	Con Clima Am(f) suelos de Nitosol Dúrico, Acrisol Ortico y Húmico, Cambisol Distrito
	B Planicies Fluviales	5 Fluviales del Cuaternario		Con Clima Am(f) suelos de Acrisoles Húmicos y Orticos, Cambisol distrito y Vértico, Nitosol Dúrico, Fluvisol Eútrico, Luvisol Crómico, Feozem Háplico.	a) Selvas, Bosque de Galería, Vegetación Hidrófita, Tintal (8,934.15) b) Selva Fragmentada (820.79) c) Vegetación Secundaria (15,339.07)
				6 Fluviales del Cenozoico Terciario	Con Clima Am(f) suelos de Nitosol Dúrico, Acrisol Ortico y Húmico, Cambisol Distrito, Luvisol Ortico, Feozem Háplico, Fluvisol Eútrico
IV Lomerio	A Lomeríos Suaves	1 De rocas sedimentarias Cenozoicas en Estructura monoclinal del Cuaternario		Con Clima Am(f) suelos de Acrisol Ortico, acrisoles humicos, cambisoles districos, nitosol durico, cambisoles verticos, fluvisoles eutricos.	a) Selvas, Bosque de Galería, Vegetación Hidrófita, Tintal (2,472.92) c) vegetación Secundaria
		2 De rocas sedimentarias Cenozoicas en Estructura monoclinal del Cenozoico Terciario		Con Clima Am(f) suelos de Acrisol Húmico y Ortico, Cambisol Distrito, Nitosol Durico, Cambisol Vértico, Fluvisol Eútrico, Luvisol Crómico y Feozem Háplico.	b) Selva Fragmentada (1,838.32) c) Vegetación Secundaria (1,366.18) f) Pastizal (2,701.07)

Ordenamientos ecológicos del territorio

En cuanto a los ordenamientos ecológicos del territorio, es importante señalar que conforme a las reformas energéticas de 2013 y 2014, hubo cambios significativos en dicho rubro. En ese sentido, en el artículo 40 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, párrafo adicionado y que a la letra dice:

“... Artículo 40.- Para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional en los que participe el Gobierno Federal, la Secretaría promoverá la realización de las siguientes acciones: ...”

“...Los programas de ordenamiento ecológico regional, referidos en este artículo, no podrán considerar o regular las actividades que permiten el desarrollo de la industria de hidrocarburos, ni las actividades a que se refiere el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en acatamiento a lo previsto en el artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos. Párrafo adicionado DOF 31-10-2014...”

Conforme a lo antes señalado, únicamente se tomará como marco de referencia en la caracterización del contexto regional, donde se ubica el área contractual Catedral, es decir; la información técnica ahí generada forma parte de los estudios de impacto ambiental regionales, como es el caso del “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”. A continuación se describe el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapa., donde se ubica el área contractual Catedral.

Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

La Constitución, en sus artículos 25, 26 y 27, establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales en función de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. Se establece la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo. Se menciona que la nación debe



lograr un desarrollo equilibrado y sustentable del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. Los artículos 73, 115 y 124 definen las facultades tanto de la federación, como de los municipios y de los estados en diferentes rubros, así como en el ámbito ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

En los artículos 1, 2 y 3 de la LGEEPA se definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico, considerándolo de interés y utilidad pública y social. A partir de lo anterior, la LGEEPA establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues en su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional del desarrollo.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 20 bis, la formulación, expedición, ejecución y evaluación del ordenamiento ecológico general del territorio se llevará a cabo de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Planeación. Asimismo, la SEMARNAT deberá promover la participación de grupos y organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, y demás personas interesadas, de acuerdo con lo establecido en LGEEPA, así como en las demás disposiciones que resulten aplicables.

La LGEEPA en su Artículo 20 Bis 1, establece que la SEMARNAT deberá apoyar técnicamente la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico regional y local, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley. Las entidades federativas y los municipios podrán participar en las consultas y emitir las recomendaciones que estimen pertinentes para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio.



El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas se sustenta en el Artículo 20 Bis 2, en donde se menciona que los Gobiernos de los Estados, en los términos de las leyes locales aplicables, podrán formular y expedir programas de ordenamiento ecológico regional, que abarquen la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa. De igual manera, se establece que cuando un programa de ordenamiento ecológico regional incluya un área natural protegida de competencia de la Federación, o parte de ella, el programa deberá ser elaborado y aprobado en forma conjunta por la SEMARNAT y los gobiernos de los Estados, el Distrito Federal y Municipios en que se ubique, según corresponda.

Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018

Uno de los objetivos de la Meta IV ("México Próspero" del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018) es que se promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. En la estrategia IV.1. "Diagnóstico del Desarrollo Sustentable", se establece que durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos.

Actualmente existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población. México ha establecido el gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad.

Ello implica retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la vez de asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar (el 12% de la superficie nacional está designada como área protegida, sin embargo 62% de estas áreas no cuentan con programas de administración).

Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural, al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo, es lo que se promueve en el Objetivo 4.4 del



PND 2013-2018. La Estrategia 4.4.1 promueve la implementación de una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad, cuyas Líneas de Acción serían las siguientes:

- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Orientar y fortalecer los sistemas de información para monitorear y evaluar el desempeño de la política ambiental.
- Colaborar con organizaciones de la sociedad civil en materia de ordenamiento ecológico, desarrollo económico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas.

El POETCH es un instrumento de la política ambiental nacional, es de orden público e interés social, por lo que su cumplimiento es de carácter obligatorio y tiene por objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos en el Estado de Chiapas.

La Ley Ambiental para el Estado de Chiapas define al ordenamiento como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

En el Artículo 30 de la Ley Ambiental se establece que el ordenamiento es el instrumento de política ambiental y de desarrollo urbano de carácter obligatorio, que tiene por objeto definir y regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades productivas, para hacer compatible la

conservación de la biodiversidad con el desarrollo urbano y rural, así como las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo, así como para la autorización de obras y actividades que se pretendan ejecutar.

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH)

El 7 de diciembre de 2012 se publicó el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas, homologándolo a los términos establecidos en el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico, con base en la información correspondiente al estudio técnico existente, e identificando los problemas ambientales de la región y categorizándolos por prioridad, para poder generar un modelo de ordenamiento que atienda las nuevas necesidades poblacionales, manteniendo el equilibrio ecológico y considerando la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos y los impactos esperados por el cambio climático.

El Programa de Ordenamiento es un documento que contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región. De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de OET (DOF 2003), está integrado principalmente por dos elementos:

- ✓ Un modelo de ordenamiento que incluye la regionalización del área a ordenar
- ✓ Los lineamientos ecológicos aplicables a cada una de las regiones definidas y las estrategias ecológicas

Para cada una de las regiones identificadas en el modelo, resultan de la integración de los objetivos, acciones y proyectos, así como de los responsables de realizarlos.

El proceso inició con la construcción de una agenda ambiental, para orientar el estudio técnico del “Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial”. El objetivo fue detectar, valorar y jerarquizar posibles conflictos ambientales, a nivel estatal con respecto a la vulnerabilidad ante amenazas por el cambio climático. Sus resultados sirvieron como una referencia que permitió completar la caracterización y el diagnóstico a realizar.

El proceso permitió identificar y evaluar las amenazas con más incidencia en la región, de acuerdo a la intensidad con la que se dan, la extensión geográfica que representan, el grado de afectación en que resultan



y la duración que tienen, esta información fue usada para clasificarlos y jerarquizarlos, otorgándoles así un grado de evaluación.

Diagnóstico

Aptitud

De acuerdo con el artículo 43 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la etapa de diagnóstico tuvo por objeto identificar y analizar los conflictos ambientales en el área. El análisis territorial se realizó con base en una metodología multicriterio para los principales sectores con los atributos obtenidos de los talleres de planeación participativa. Los conflictos ambientales se analizaron a partir de las zonas con elevada aptitud para dos o más sectores.

Los conflictos más graves se localizan en tres zonas muy específicas del Estado:

- ✓ Al norte en Reforma, Juárez, Pichucalco, Catazajá y Palenque
- ✓ Al oriente en los municipios de Ocotzingo, Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas
- ✓ En la zona costera.

Las zonas con mayor probabilidad de conflictos entre la presión de crecimiento de los asentamientos humanos y las áreas de conservación se encuentran en los altos de Chiapas, las zonas al sur-poniente de Tuxtla Gutiérrez y sur de Berriozábal, al oriente y norte de Montes Azules y en las cercanías de Tapachula, hacia el Volcán Tacaná, zona de alto riesgo donde ya no debería haber incremento de asentamientos, pero la presión de las comunidades actuales hacen que aún exista un posible conflicto entre ambos sectores.

Las zonas de mayor probabilidad de conflictos entre los sectores agropecuarios y conservación se localizan al norte de Tuxtla Gutiérrez, en los altos de Chiapas, donde la frontera agrícola ha crecido sobre las superficies boscosas. También existen importantes zonas de probable conflicto en el interior de algunas reservas, como Selva el Ocote, La Sepultura, Montes Azules y Lacantún, así como en algunas zonas de



importancia para la conservación que no se encuentran protegidas bajo ningún decreto, como el corredor biológico entre el Ocote y La Sepultura, algunas zonas al oriente y norte de Montes Azules.

La mayor probabilidad de conflicto entre las actividades agropecuarias e industriales se ubica al norte en la región petrolera, área donde las actividades industriales ya se encuentran desarrolladas, pero aún la superficie agropecuaria es muy grande y podrían existir conflictos importantes entre ambos sectores. Otras áreas potenciales de conflictos se localizan en las cercanías de Puerto Arista, donde ya se quiere crear un desarrollo industrial y actualmente la actividad predominante es la agricultura, en algunas zonas en la región centro del Estado por su aptitud para ambos sectores y en la zona al sur de Tapachula.

Las áreas de mayor probabilidad de conflicto entre los sectores industria y conservación se ubican en tres regiones:

- ✓ Uno es en la parte sur de la región petrolera, principalmente por los relictos de selva alta
- ✓ Al poniente de los Montes Azules en zonas aptas para la industria, pero donde podrían existir conflictos con el sector conservación y conflictos sociales importantes
- ✓ La zona de Puerto Arista.

Fragilidad

La pérdida de conectividad de los ecosistemas es uno de los vectores de presión derivados entre otras razones, por el incremento poblacional y a sus actividades sectoriales. Las zonas frágiles tienden a degradarse mucho más rápidamente al ser alteradas o modificadas, por lo que su conservación es prioritaria. Tal es el caso de algunos ecosistemas como el Bosque Mesófilo y la Selva Alta.

Presión

En el estado de Chiapas se realizan actividades sectoriales que afectan en gran medida al ambiente algunas de ellas son la extracción petrolera, agricultura y ganadería, las cuales generan fuentes de trabajo pero son vectores de presión sobre los ecosistemas. El incremento de la población ocasiona una mayor demanda



sobre la extracción de recursos, así mismo, se incrementa el área apta requerida para realizar desarrollos industriales y habitacionales.

La población como tal es un vector de presión al medio ambiente, ya que genera una gran cantidad de desechos sólidos, además de que las aguas residuales de las poblaciones son vertidas en algunos casos a los ríos. Las zonas con mayor probabilidad de conflictos entre la presión de crecimiento de los asentamientos humanos y las áreas de conservación se encuentran en los altos de Chiapas, las zonas al sur-poniente de Tuxtla Gutiérrez y sur de Berriozábal, al oriente y norte de Montes Azules y en las cercanías de Tapachula, hacia el Volcán Tacaná.

También existen importantes zonas de probable presión en el interior de algunas reservas, como Selva el Ocote, La Sepultura, Montes Azules y Lacantún, así como en algunas zonas de importancia para la conservación que no se encuentran protegidas bajo ningún decreto, como es el corredor biológico entre el Ocote y La Sepultura, y algunas zonas al oriente y norte de Montes Azules. La zona con los mayores valores de presión se ubica en el extremo sur del Estado, en las áreas modificadas se ha generado una fuerte presión del sector agropecuario sobre las zonas de conservación afectadas por el huracán Stan.

Riesgos Hidrometeorológicos

Se utilizó la información sobre inundaciones, huracanes y lluvias para identificar riesgos, aunque existen otros factores que incrementan la exposición a las amenazas para la población al aumentar o disminuir el riesgo en que se encuentran las poblaciones, tales como su condición socioeconómica o su capacidad de respuesta ante alguna amenaza como lo fue el huracán Micht en 1998 y Stan en 2005.

Vulnerabilidad

En el estado existen varias zonas de vulnerabilidad, debido a la presión del incremento en la densidad poblacional y las actividades que esto conlleva, además de la fragilidad de los ecosistemas presentes. Por lo que es importante que se promueva la coordinación entre diversos programas institucionales del gobierno



estatal y federal, para planificar el crecimiento de las ciudades. Con esta coordinación, se podrá identificar las zonas más vulnerables a los efectos del cambio climático, con lo cual se podrá generar escenarios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en distintas escalas, como serían la Proyección de Riesgos Municipales, una Base de datos de vulnerabilidad climática, así como Indicadores sobre amenazas climáticas.

Pronóstico

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, la etapa de pronóstico tendrá por objeto examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de las previsiones de las variables naturales, sociales y económicas. Para este ordenamiento en específico, los pronósticos estarán relacionados con los procesos ambientales del territorio terrestre y costero.

Los desastres ocurridos en 1998 y 2005 fueron determinantes en el ordenamiento, para que se incluyeran escenarios de vulnerabilidad del territorio ante este tipo de eventos, así como los que potencialmente se podrían presentar asociados al calentamiento global. Como impactos se identificaron los siguientes:

- **Degradación ambiental al 2030.** En las predicciones basadas en las tendencias de los últimos años realizadas con programas de cómputo especializados, la mancha urbana en el estado presentará un crecimiento del 50%, así como las zonas agrícolas de temporal y riego. Las áreas con ecosistemas conservados tienen una notoria reducción, mientras que las áreas con ecosistemas perturbados aumentarán, y grandes superficies de ecosistemas se perderán por completo pasando a categorías de pastizales o temporal.

Las áreas con mayor potencial para su degradación son los altos de Chiapas, y algunas selvas de los corredores no protegidos entre El Ocote-Sepultura, La Sepultura-El Triunfo y El Triunfo-Volcán Tacaná. Estas áreas son prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales en el Estado.

- **Reducción en los servicios ambientales al 2030.** Áreas con mayor reducción de la fijación del carbono al 2030 se localizan en los Altos de Chiapas, debido a la pérdida de superficies boscosas. De igual manera el área oriente de la región de la Selva presentó pérdidas importantes para este servicio ambiental.

Las zonas con mayor reducción en la recarga del acuífero se localizan al norte de Tuxtla, en toda la región selvática al nororiente del estado, y otra área de menor extensión pero con valores importantes de pérdida también se localiza en el corredor que se encuentra entre El Triunfo y Volcán Tacaná. La reducción promedio de recarga de acuíferos para Estado de Chiapas en el escenario tendencial es de 51.3 mm por año.

- **Cambio en la población al 2030.** Se espera que la economía chiapaneca crezca a una tasa promedio ligeramente superior a lo proyectado para México, hasta converger en sus tasas de crecimiento en aproximadamente 25 años. Con base en el crecimiento experimentado en el país durante los últimos 10 años, se plantea un escenario tendencia bajo un supuesto ligeramente optimista sobre el desempeño de la economía nacional.

En este periodo, se espera que México continúe creciendo con tasas de alrededor del 3.8 y 4.5% hasta el 2030. Asimismo, parecería razonable esperar que el estado crezca más en los primeros años para aliviar el rezago económico observado actualmente, y conforme pasen los años muestre una tasa de crecimiento parecida a la nacional.

Con los datos que se tienen actualmente y extrapolando posibles cambios, se generaron escenarios potenciales de vulnerabilidad. El pronóstico no es una predicción de lo que irremediablemente pasará en el futuro, más bien, se debe de entender como la información con cierto grado de probabilidad de lo que pudiera pasar en el área con las tendencias observadas y analizadas.

Indicadores

La construcción de escenarios permitirá estimar el comportamiento futuro y las condiciones a las cuales debemos enfrentarnos, de acuerdo a las tendencias generadas a partir de la situación actual que prevalece



en la Región. Esto permitirá establecer las estrategias a seguir en cada caso para mejorar o revertir las condiciones consideradas como positivas o negativas, lo que convierte a esta etapa en un elemento importante para la asignación de acciones y criterios de regulación ecológica en la propuesta del modelo.

Escenarios

Con base a lo anteriormente señalado, los escenarios para la región podrían ser los siguientes:

- De acuerdo con los escenarios de cambio climático elaborados por el INE-CCA/UNAM (2009), indican que por lo menos en los próximos 100 años la temperatura se elevará 2°C y la precipitación disminuirá 10%, lo cual favorecerá la permanencia de los climas cálidos y húmedos con selvas perennifolios; sin embargo, esto también propiciará un aumento en los climas cálidos subhúmedos con selvas caducifolias y subcaducifolias.
- Por su parte los bosques templados de Chiapas serán los ecosistemas más afectados. Las actividades productivas sufrirán por este efecto cambios de consideración, especialmente aquellas que requieren de especiales condiciones de temperatura y precipitación, como el cultivo de café.
- Especial atención debe darse a las pesquerías costeras en las que los cambios en la temperatura previstos significarán modificaciones sustanciales en sistemas de producción como el camarón.

Programa de Ordenamiento Ecológico

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas, se compone de 60 Estrategias Ecológicas, que de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico, la Estrategia Ecológica es la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico. Cada estrategia cuenta con una o varias acciones puntuales dirigidas a atender sus objetivos específicos.

Con base a las actividades que se llevarán a cabo en el Área Contractual Catedral, las 6 Estrategias Ecológicas que le aplican son las siguientes:

- **Estrategia 47.- Rescate de cuerpos de agua por actividad industrial.** Esta estrategia se refiere a que los responsables de la contaminación lleven a cabo como primer paso una caracterización y evaluación del estado de los cuerpos de agua contaminados que le es atribuible y una segunda fase que consiste en realizar la remediación utilizando la metodología apropiada autorizada por las autoridades competentes. Podrán conseguirse apoyos a través del programa de conservación y mantenimiento de cauces e infraestructura hidráulica federal.
- **Estrategia 48.- Mitigación de efectos de actividad industrial de instalaciones existentes.** Esta estrategia se basa en la política de seguridad industrial y protección ambiental, la cual debe observarse para evitar o disminuir en la medida de lo posible impactos de las operaciones de las actividades industriales sobre las comunidades en las cuales opera, para lo cual las empresas que llevan a cabo este tipo de operaciones industriales deberán cumplir con las condicionantes y medidas de compensación en materia de impacto y riesgo ambiental establecidas por las autoridades competentes, en el caso de la industria petrolera por la SEMARNAT.

En caso de que de sus operaciones se deriven sitios contaminados deberán caracterizarlos (a través de un estudio de caracterización o un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y a la Salud) y remediarlos en términos de la legislación ambiental vigente aplicable, y en el caso de la industria petrolera en cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y las normas oficiales mexicanas aplicables.

- **Estrategia 49.- Estrategia de difusión de los resultados del monitoreo de PEMEX.** Los resultados del monitoreo de las actividades industriales de PEMEX realizado de manera voluntaria por parte de esta empresa, podrán ser difundidos por la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural, o en caso de cambios de la Ley Orgánica del Estado de Chiapas, la institución que llevará a cabo sus funciones, quienes gestionarán su obtención con las autoridades federales competentes para el efecto. En particular serán presentados en la bitácora ambiental del presente ordenamiento.
- **Estrategia 50.- Mitigación de efectos de actividades industriales de nuevas instalaciones.** La instalación de nuevas instalaciones que desarrollen actividades industriales, se realizará en cabal

cumplimiento de las autorizaciones en materia de impacto ambiental establecidas por las autoridades ambientales competentes, acatando los términos, condicionantes y medidas de compensación establecidas por las mismas. En el caso de la industria petrolera en cumplimiento a las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT.

- **Estrategia 51.- Estrategia de remediación de suelos.** Esta estrategia se basa en la política ambiental que establece que todo sitio contaminado debe ser caracterizado, y de requerirse, remediado con base en la metodología propuesta por el interesado y autorizada por la autoridad ambiental. En el caso de sitios contaminados por la industria petrolera se requerirá la aprobación del Programa de Remediación por la SEMARNAT con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, o al manejo integral y disposición final de suelo contaminado como residuo peligroso.
- **Estrategia 52.- Control de la contaminación.** Se limitará la contaminación de los cuerpos de agua, del aire y de los suelos en las áreas asentamientos humanos y zonas industriales, a través de medidas de control y prevención y de educación ambiental. Las medidas de prevención incluyen evitar o reducir la contaminación en la fuente (modificación del equipo de proceso, de la tecnología, reformulación y rediseño de productos, sustitución de insumes), promover el reciclaje, aplicar remediación in situ, transformar la emisión para que el daño sea el menor posible, confinar evitando liberaciones posteriores que amenacen la salud de la población y provoquen daños al medio ambiente. Ningún desecho industrial que contenga sustancias tóxicas debe alcanzar el medio ambiente, sin que antes haya recibido un tratamiento para reciclar o destruir el tóxico, o en última instancia para modificarlo y poder confinarlo en forma conveniente y segura.

El administrador del Área Contractual Catedral deberá cumplir con estas estrategias en todas sus instalaciones, así como en todas las actividades que realice en la zona.

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas contiene 146 criterios divididos en 22 tipos, los cuales se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan

tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Para el mejor manejo de los criterios, estos se agruparon por actividad, es decir, cada uso potencial en el estado de Chiapas tiene su grupo de criterios (Tabla 8.1.4).

Tabla 8.1.4 Criterios para diferentes tipos de actividades

TIPO DE CRITERIO	CANTIDAD
1. Criterios industriales	7
2. Criterios para infraestructura	14
3. Criterios para actividades turísticas	9
4. Criterios para actividades ecoturísticas	7
5. Criterios para actividades agroturísticas	5
6. Criterios para investigación	2
7. Criterios agrícolas generales	11
8. Criterios para agricultura de temporal	3
9. Criterios para agricultura de riego	4
10. Criterios para plantaciones de cacao y café	9
11. Criterios para la acuicultura	1
12. Criterios para la ganadería	5
13. Criterios para asentamientos humanos rurales	9
14. Criterios para asentamientos humanos urbanos	13
15. Criterios para restauración	5
16. Criterios para conservación	13
17. Criterios para protección	4
18. Criterios para manglares, áreas inundables, pantanos y humedales	8
19. Criterios para aprovechamientos forestales	4
20. Criterios para cuerpos de agua	4
21. Criterios para pesca	5
22. Criterios para las actividades extractivas	4

Modelo de Ordenamiento Ecológico

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas contiene Lineamientos Ecológicos, los cuales se refieren a las metas a alcanzar para cada UGA, y están orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda de la Política Ambiental durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva. Los usos en cada UGA se refieren a los siguientes conceptos:

- **Usos.** La definición de usos por unidad tiene como objetivo orientar los apoyos gubernamentales a las zonas donde estos tendrán un mayor impacto, donde la aptitud del territorio garantizará un mayor éxito de las diferentes actividades productivas.
- **Usos predominantes.** Los usos predominantes son aquellos que actualmente representan el mayor porcentaje de la superficie de la UGA.
- **Usos compatibles.** Se les define como usos compatibles debido a su compatibilidad con la realidad actual de la unidad y las metas planteadas para la misma, implican el desarrollo de actividades que por las características de la UGA, su aptitud, uso predominante, valor ambiental, pueden desarrollarse o ya se encuentran en desarrollo sin competir entre sí y sin que exista un dominio o perjuicio de una actividad sobre otra. De igual forma son usos o actividades actuales que pueden desarrollarse simultáneamente espacial y temporalmente con el uso predominante, pero que requieren una mayor regulación en virtud de las características y diagnóstico ambiental.
- **Usos recomendados.** Son aquellos que debido a su forma de explotación del territorio, no pueden desarrollarse conjuntamente con los usos compatibles sin estar sujetos a una serie de normas o condiciones para prevenir posibles conflictos o afectaciones entre sectores, o a los recursos naturales presentes en la unidad.
- **Usos no recomendados.** Son los usos del suelo que por sus características incompatibles con las actividades que se realizan o los recursos naturales de la UGA pueden ocasionar daños irreversibles al ambiente, o no pueden desarrollarse sin establecer conflictos con las actividades presentes en el área e impiden alcanzar las metas fijadas para la UGA.
- **Usos recomendados con condición.** Son los usos que pueden desarrollarse si se respetan las condiciones que se indican en el modelo de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Chiapas.

En el Programa de Ordenamiento se incluyen 125 Unidades de Gestión Ambiental (Figura 8.1.4), clasificadas en 7 diferentes tipos de acuerdo a su Política de Ordenamiento Ecológico (Figura 8.1.5).

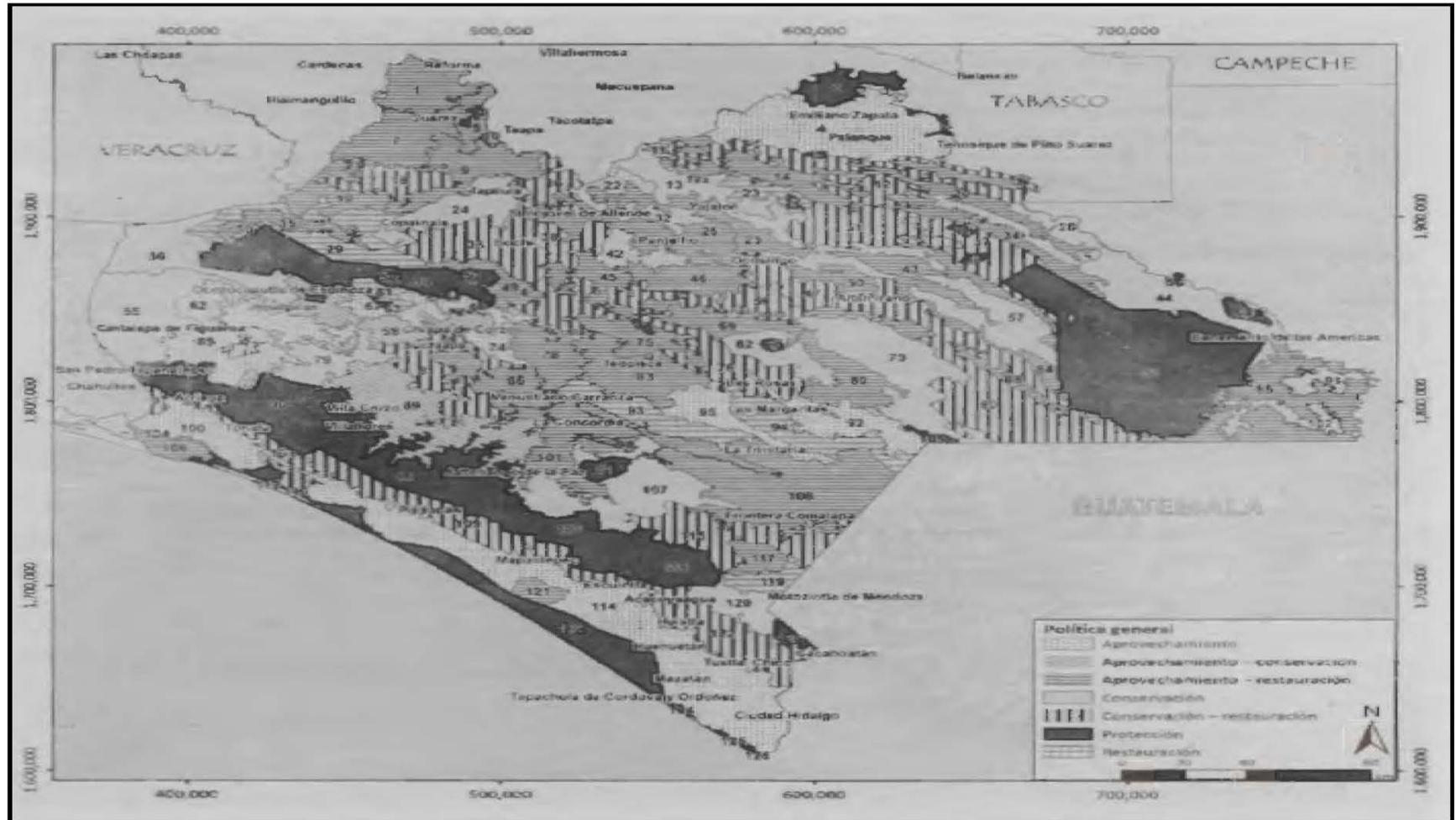


Figura 8.1.4.- Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en el estado de Chiapas

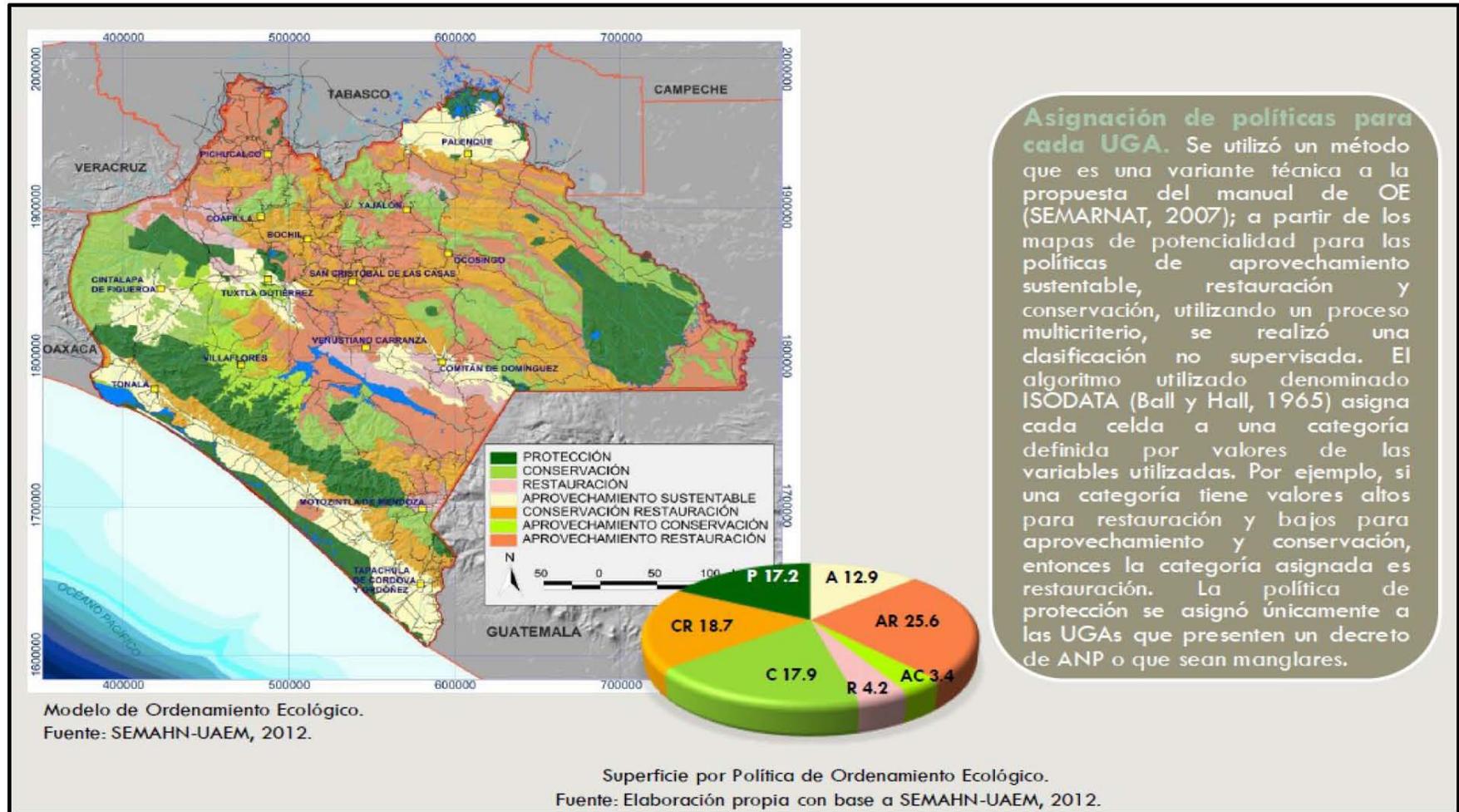


Figura 8.1.5.- Superficie por Política de Ordenamiento Ecológico en el estado de Chiapas.

Cada UGA de la Figura 8.1.4 incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, así como la presencia de áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente.

Con base a lo anteriormente señalado y de acuerdo a las UGA's de la Figura 8.1.4, el Área Contractual Catedral está situado en el municipio de Ostuacán, y de acuerdo a su ubicación se sitúa en la UGA 18 (Figura 8.1.6), la cual describiremos a continuación:

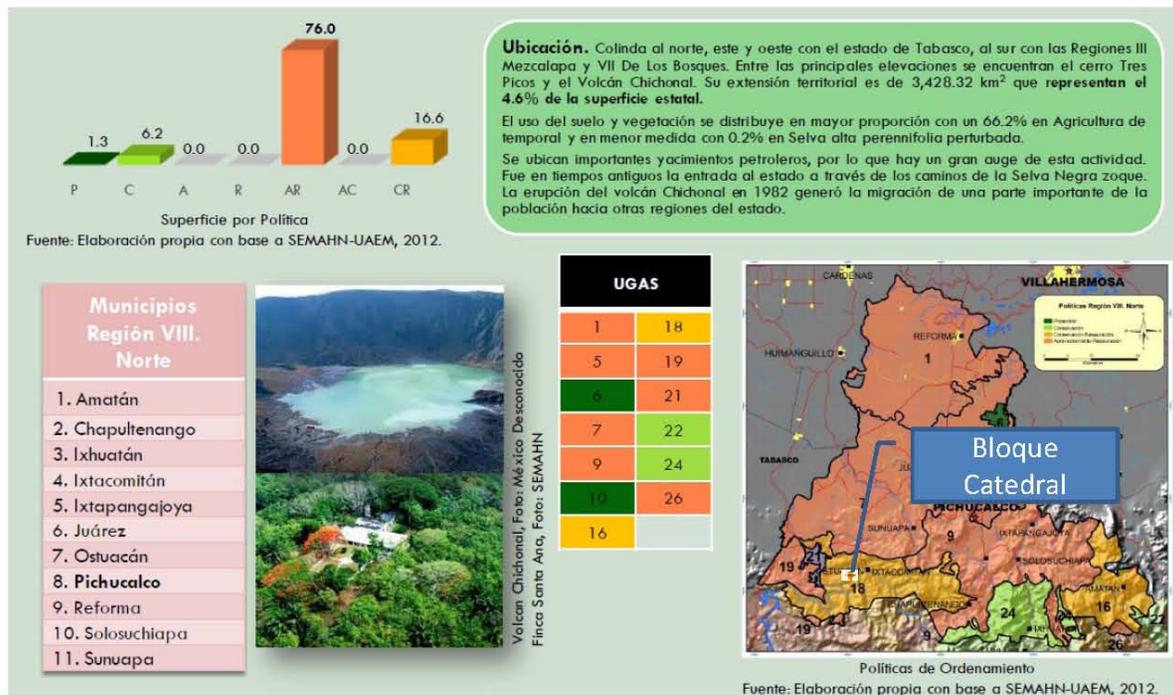


Figura 8.1.6.- UGA's del municipio de Ostuacán

A esta UGA le aplican los Criterios y Estrategias mencionados en la Tabla 8.1.5. De los 86 Criterios que le aplican, solo 7 (8.13%) tienen relación con la industria petrolera (IN1, 1N2, 1N3, IN4, 1N5, IN6 e IN7), los restantes 79 (91.87%) están relacionados con actividades productivas que se desarrollan en el municipio como pesca, ganadería, agricultura y forestal.



De igual manera, de las 38 estrategias que le aplican a la UGA 18, solo 6 (15.7%) están relacionadas con la industria petrolera.

Tabla 8.1.5.- Unidades de Gestión Ambiental con Política Territorial, Lineamientos, Usos de Suelo, Criterios y Estrategias que le aplican al Área Contractual Catedral

UG A	POLÍTICA	LINEAMIENTOS	USO PREDOMINANTE	USO RECOMENDADO	USOS RECOMENDADOS CON CONDICIONES	USOS NO RECOMENDADOS	CRITERIOS	ESTRATEGIAS
18	CR	Restaurar 18,800 ha de vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30' (superficie de vegetación restaurado) Conservar los ecosistemas naturales en buen estado (10,800 ha) (superficie de vegetación	Selva Mediana Subcaducifolia perturbados con potreros, y al sur fragmentos conservados de selva alta		<p>Ecoturismo (con estudios de factibilidad que garanticen no afectar los esfuerzos de restauración),</p> <p>Agroturismo (con estudios de factibilidad que garanticen no afectar los esfuerzos de restauración),</p> <p>Agricultura (sin ampliación sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y fomentando su reconversión productiva), Ganadería (sin ampliación sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y fomentando su reconversión productiva a sistemas agrosilvopastoriles)</p> <p>Asentamientos humanos (fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riesgo)</p> <p>Plantaciones (sin afectar las áreas con vegetación natural conservada o perturbada, respetando el arbolado, con criterios ecológicos y buscando su certificación ambiental),</p> <p>Forestal (respetando la vegetación natural conservada y limitado a plantaciones forestales comerciales con Especies nativas que apoyen acciones de restauración)</p> <p>Acuicultura (preferentemente con especies nativas o con medidas de prevención de escape de ejemplares en caso de especies exóticas)</p> <p>Pesca (artesanal)</p>	Turismo y Minería	AO1, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, AC1, GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH9, FO1, F02, F03, F04, CA1, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, IN1, 1N2, 1N3, IN4, 1N5, IN6, IN7, 1VI, IV2,	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 36, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59

	natural conservado)			<p>Infraestructura (Evitando afectar la vegetación natural conservada o perturbada, se permitirá aquella relacionada con el proyecto Exploración geotérmica El Chichonal)</p> <p>Industria (relacionada con el proyecto exploración Geotérmica El Chichonal, agroindustrias e industrias poco contaminantes a no menos de 1 km de cuerpos de agua y humedales así como de asentamientos humanos. Toda industria deberá contar con medidas para la prevención de contaminación del suelo, agua y aire, sitios definidos para la disposición final de cualquier desperdicio resultante, remediación de cualquier impacto ambiental originado en dicha industria).</p>		CO1, C02, C03, C04, C05, C06, C07, C08, IF2, IF3, IF4, IF5, IF6, IF7.1F8, IF9,	
--	---------------------	--	--	---	--	--	--

En la Tabla 8.1.6 se pueden observar los Criterios para las Actividades Industriales (IN), y las actividades que la empresa administradora del Área Contractual Catedral llevará a cabo para cumplir con los mismos, ya que éstos regulan el establecimiento de infraestructura en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

Tabla 8.1.6.- Criterios para las Actividades Industriales (IN), que regulan el establecimiento de infraestructura y que deben aplicarse en la UGA 18.

CLAVE	CRITERIO
IN1	Se promoverá que las actividades industriales contemplen técnicas para prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, incorporando su reúso y reciclaje, así como un manejo y disposición final eficiente.
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá establecer un Programa de Manejo de Residuos eficiente que le permite evitar contaminar el medio circundante, así como permitir el reúso y reciclaje de los residuos. Este programa deberá ser de conocimiento de todos los trabajadores del bloque, y deberán ser capacitados para conocer el programa en su totalidad. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN2	Se promoverá que las industrias difundan por diversos medios a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y conducción, y participen en la implementación de los planes contingencia correspondientes
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá de realizar su Programa de Respuesta a la Emergencia, en el cual deberá de tener el escenario de desastres naturales (los que se han presentado en la región). Las acciones a seguir deberán ser del conocimiento de los trabajadores, los contratistas y la población circundante. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN3	Se promoverá que las autoridades competentes revisen periódicamente los planes de contingencia de las industrias, así como el correcto funcionamiento de las mismas y sus programas de seguridad
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá actualizar su Programa de Respuesta a la Emergencia conforme lo solicita la autoridad. De igual manera deberá actualizar sus Estudios de Riesgo Ambiental y de Proceso de sus instalaciones. Los cambios deberán ser del conocimiento de los trabajadores. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN4	Se promoverá que las autoridades competentes verifiquen que el establecimiento de actividades riesgosas y altamente riesgosas cumplan con las distancias estipuladas en los criterios de desarrollo urbano y normas aplicables
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá considerar en la simulación de escenarios de riesgo de sus Estudios de Riesgo Ambiental y de Proceso, que las zonas de salvaguarda cumplan con las distancias estipuladas



	en los criterios de desarrollo urbano y normas aplicables. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN5	Las autoridades competentes instrumentarán programas de monitoreo ambiental en el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes, para regular la calidad ambiental del sitio y de los ecosistemas aledaños
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá cumplir con la normatividad Federal y Estatal relacionada con la calidad ambiental. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN6	Se promoverá que las fuentes emisoras y/o generadoras de contaminantes instalen el equipo necesario para el control de sus emisiones a la atmósfera, mismas que no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales.
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá tramitar y/o actualizar su Licencia Ambiental Única y su Cédula de Operación Anual de todas sus instalaciones. De igual manera y de encontrar sitios contaminados durante el estudio de Línea Base Ambiental, deberá registrarlo ante la autoridad correspondiente. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio
IN7	La autoridad competente verificará que las industrias que descarguen aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario o a cuerpos receptores (ríos, arroyos o lagunas), cuenten con sistemas de tratamiento, para evitar que los niveles de contaminantes contenidos en las descargas rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales.
	El administrador del Área Contractual Catedral deberá tramitar y/o actualizar su Licencia Ambiental Única y su Cédula de Operación Anual de todas sus instalaciones. De igual manera deberá asegurar que en caso de tener descargas de agua residual a cuerpos de agua nacional o al sistema de drenaje municipal, se realice un tratamiento previo de su descarga, con el fin de cumplir con la normatividad federal y estatal. Por lo que consideramos que se puede cumplir con este Criterio

Por otra parte, se realizó un análisis del contexto regional donde se ubica el Área Contractual Catedral, donde interaccionan con otras actividades del sector primario e industrial (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras). La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio de Ostucán, estado de Chiapas, que presenta INEGI 2015.

En la Tabla 8.1-7 se presenta un resumen de otras actividades humanas como es el sector agropecuario, forestal y minero en el municipio de Ostucán, Chiapas y donde se ubica el Área Contractual Catedral, que se cierto modo son indicadores del cambio de uso del suelo en la región, el cual desde el punto de vista del impacto ambiental se consideran daños ambientales, mismo que serán evaluados con el índice de incidencia.

Tabla 8.1-7.- Resumen de las actividades primarias en el municipio de Ostucán donde se ubica el Área Contractual Catedral.

Resumen de los sectores productivos en el municipio de Ostucán, Chiapas						
Unidades de producción y superficie por municipio según desarrollen o no actividad agropecuaria o forestal 2007						
Municipio	Unidades de producción			Superficie en unidades de producción en Ha		
Ostucán	Total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal	total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal
		1645	1511	134	30996	26134
Ganadería volumen de la producción de ganado y ave en pie por municipio 2014 (Toneladas)						
Ganado	Bovino	Porcino	Ovino	Ave	Guajolote	---
	11479	69	16	44	9	---

INEGI 2015, Anuario estadístico y geográfico de Chiapas.

Delimitación del Área de Estudio Local

Área Contractual Catedral

Partiendo de la información que se desarrolló en el apartado de la delimitación del sistema ambiental del contexto regional, para la caracterización ambiental general, basada en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional del proyecto “**Desarrollo de actividades del Proyecto Cactus**” y fundamentada en los criterios de Cuenca, basada en la Ley de Aguas Nacionales y en la metodología del Manejo Integral de Cuencas; ambas consideran el ordenamiento del uso del suelo y uso de los recursos naturales de tal manera que la sociedad pueda satisfacer su demanda de recursos sin detrimento de la calidad ambiental, es decir; la interacción del proyecto y los diferentes componentes ambientales de que está conformada, tales como el suelo, la biodiversidad, la hidrología y los aspectos socioeconómicos en un gradiente entre las zonas altas y las zonas bajas considerando los efectos a distancia. (Cruz Bello, 2003).

Concepto de área contractual

Sumado al concepto de cuenca hidrológica, se describe la definición de área contractual señalada en el artículo 4 fracción III de la Ley de Hidrocarburos, establece que “... *Área Contractual: La superficie y profundidad determinadas por la Secretaría de Energía, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical en dicha superficie para dicha profundidad, en las que se realiza la Exploración y Extracción de Hidrocarburos a través de la celebración de Contratos para la Exploración y Extracción; ...*”,

Bajo estos criterios técnicos legales, se podrá realizar un diagnóstico ambiental de la *cuenca hidrológica* donde está insertada el *área contractual*, y de este modo observar las tendencias de cambio de la calidad ambiental actual la cual se considerará como *línea base* y de esta forma demostrar la compatibilidad o bien si son otras actividades las que están ejerciendo presión sobre el sistema de la cuenca. La línea base ambiental, consiste básicamente el estado actual de los componentes ambientales que están dentro del límite económico del Área Contractual Catedral, imagen que se presenta en la Figura 8.1-7 y Tabla 8.1-8.

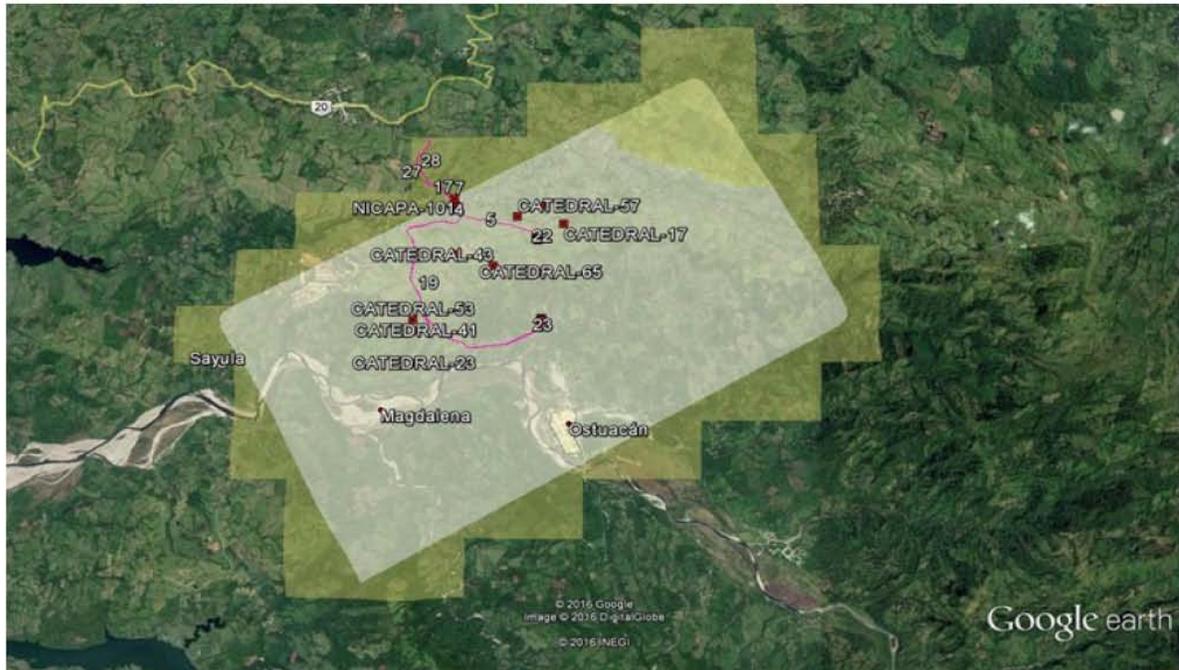


Figura 8.1-6.- Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1-8.- Regionalización hidrológica del Área Contractual Catedral.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	Dentro del SAR (%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R. Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
		(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44	
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	



8.1.1 GENERALIDADES

8.1.1.1 Identificación de infraestructura existente

Para este apartado se realizó un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual Catedral, con la finalidad de identificar el estado actual de éstas y aquellos aspectos técnicos que pudieron incidir de encontrarse, en daños a la infraestructura y por ende posibles fugas o derrames de hidrocarburos, los cuales quizás no se atendieron en su momento y que se han convertido en pasivos ambientales. En ese sentido, se aplicó listado de verificación señalado en el punto 7.1, el cual señala los aspectos mas relevantes de las actividades del sector hidrocarburos y de esta forma permitió calificar el estado actual de la infraestructura que comprende el Área Contractual Catedral ya que a continuación se describe.

8.1.1.1.1 Antecedentes del Área Contractual Catedral.

El Área Contractual Catedral, se encuentra ubicado en la Región Sur y dentro del Activo Regional de Exploración y activo integral Muspac el cual comprende los campos de desarrollo Agave, Artesa, Carmito, Catedral, Chiapas, Chintul, Chirimoyo, Comoapa, Copano, Gaucho, Giraldas, Iris, Juspi, Muspac, Mundo Nuevo, Secadero, Sitio Grande, Sunuapa Tapijulapa, Topen, entre otros, dichos campos se pueden observar en la imagen de la Figura 8.1.1-1 (CNH 2016).

La Cuenca productora Chipas-Tabasco fue descubierto con la perforación del pozo Sitio Grande 1 en junio de 1972 y geológicamente esta en la Cuenca Mesozoica de Chiapas – Tabasco y que conforma varios tipos de yacimientos de hidrocarburos de aceite negro, aceite volátil, gas y condensado de la edad del Cretácico Superior, Medio e Inferior (KS, KM y KI) a profundidades de 1000 a 5000 m. Los yacimientos del KM y KI están constituidos principalmente por dolomías, el KS es básicamente caliza arcillosa y calcarenitas.

En caso particular, el Área Contractual Catedral, está en yacimientos de gas y condensado (KS-KM), que se encuentran en litologías con alta heterogeneidad, dicha información se presenta en la Tabla 8.1.1-1 (CNH, 2013).

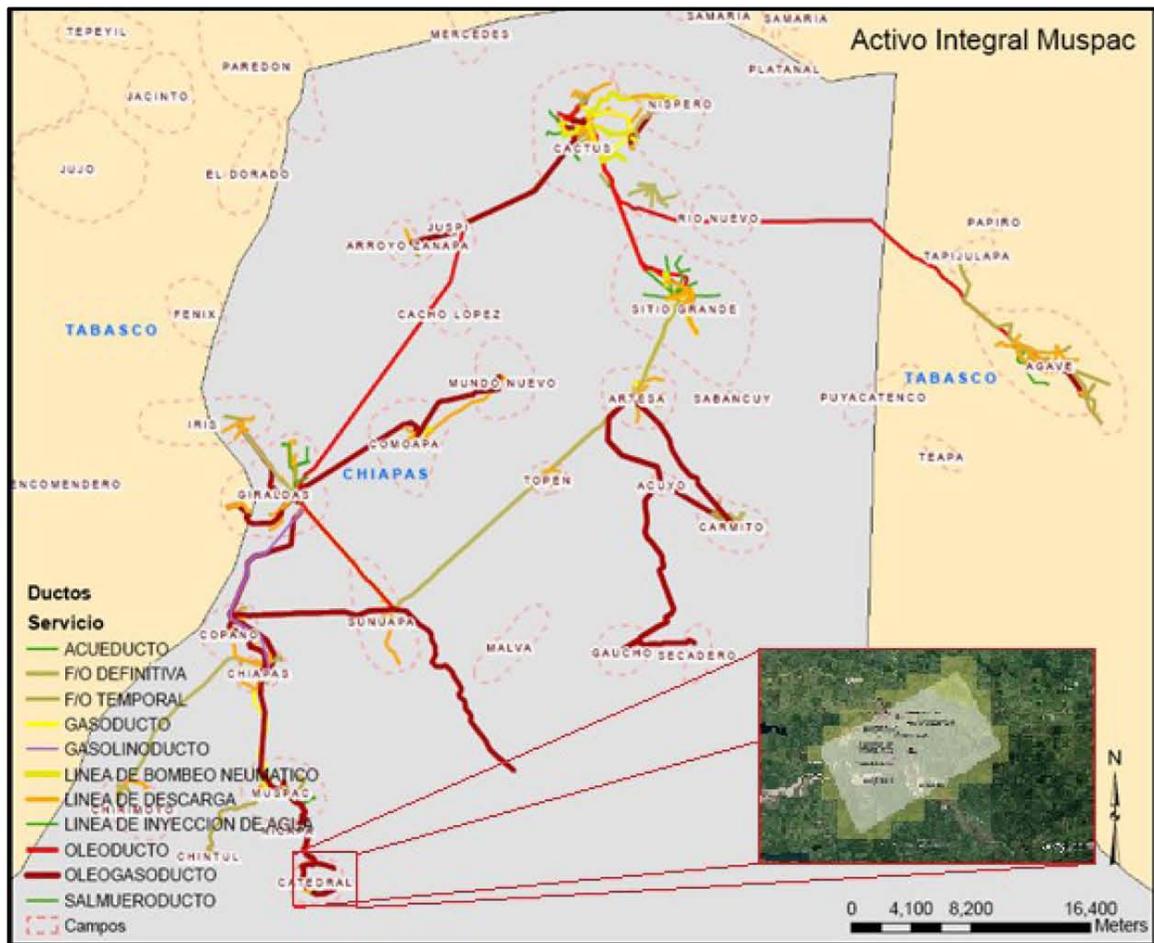


Figura 8.1.1-1.- Imagen del Activo Integral Muspac y sus campos de desarrollo, donde se incluye el área contractual Catedral.

8.1.1-1.- Especificaciones del yacimiento y tipo de hidrocarburo que produce el área contractual Catedral.

Campo	Yacimiento	Tipo de fluido	Modelo de estimación (reporte dic. 2011)	Modelo de estimación (DSD3 feb-2013)
Catedral	KS-KM	Gas y condensado	Curvas de declinación	Curvas de declinación

El **Área Contractual Catedral**, abarca un área 58 km² e incluye al campo con el mismo nombre, es de tipo terrestre, el cual se encuentra regulado por la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 del 10 de octubre de 2007, del “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”, así como la modificación del mismo con el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1983, del 22 de abril de 2009, como se muestra en la imagen de la Figura 8.1XXX, (CNH, 2013).

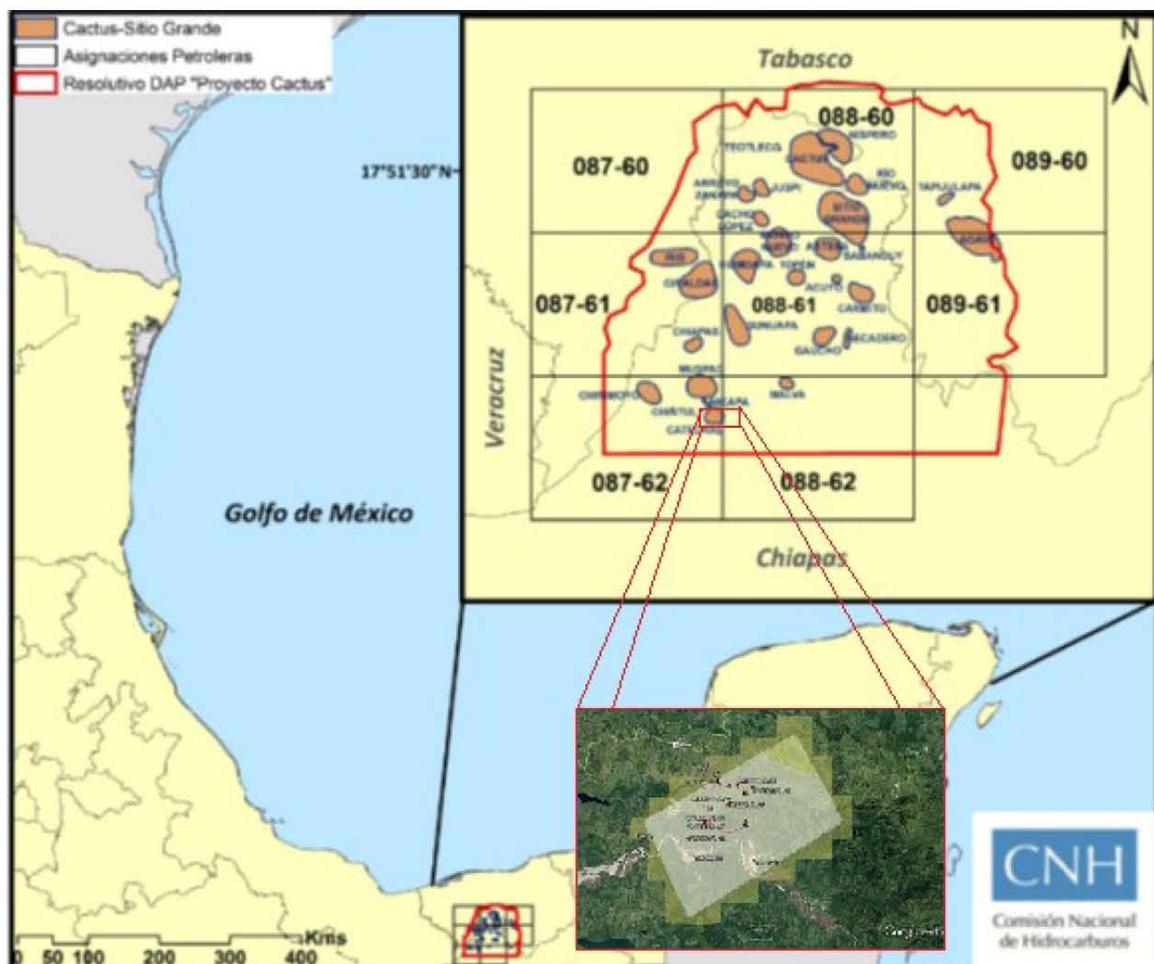


Figura 8.1.1-2.- Imagen del Proyecto Cactus y sus campos de desarrollo, donde se incluye el área contractual Catedral.

La actividad exploratoria inicio en el año de 1991 con el pozo Catedral-1, fue resultando productor de gas y condensado, en rocas carbonatadas del Cretácico Medio y Superior. El yacimiento se compone de estratos del Cretácico Medio al Cretácico Superior, con un tipo de hidrocarburo de gas y condensado, con densidad de 57 grados API. La producción diaria obtenida fue de 226 barriles de aceite y 2.58 millones de pies cúbicos de gas. (CNH Resumen Ejecutivo 2015).

En Abril de 1994 se inició la perforación del pozo delimitador del yacimiento en el flanco sur de la estructura dómica relativa al Cretácico. Concretamente el pozo Catedral-1DL, se ubica unos 2104 m al suroeste del pozo Catedral-1.

El pozo delimitador Catedral-1DL ubicado en el bajo occidental de la estructura del Campo Catedral, alcanzó la profundidad de 3333 m sin cumplir con el objetivo de delimitar el yacimiento encontrado por el pozo Catedral-1, debido a una falla inversa que repitió la columna del pozo a nivel del Eoceno Inferior. La columna geológica del pozo comprende rocas que van desde el Paleoceno Medio, hasta Plioceno- Pleistoceno y dado que durante la perforación no hubo manifestación de aceite y los registros eléctricos no mostraron prospectividad alguna, el pozo fue abandonado. En consecuencia, continuo las actividades de perforación en el campo, llegando a 21 pozos según la información reportada y entregada por la CNH; La producción acumulada a diciembre de 2014 es 0.3 mmb de aceite y 0.1 mmpc de gas, a continuación se presenta una tabla resumen de la infraestructura de pozos actual en el Área Contractual Catedral, como se muestra en la imagen de la Tabla 8.1.1-2 y Figura 8.1.

Tabla 8.1.1-2.- Lista de pozos dentro y fuera del Área Contractual Catedral

Ubicación	Estado	Numero de pozos	Observaciones
Area Contractual Catedral	Activos	0	----
	Inactivos	21	----
	Taponados	0	----
	Total	21	----

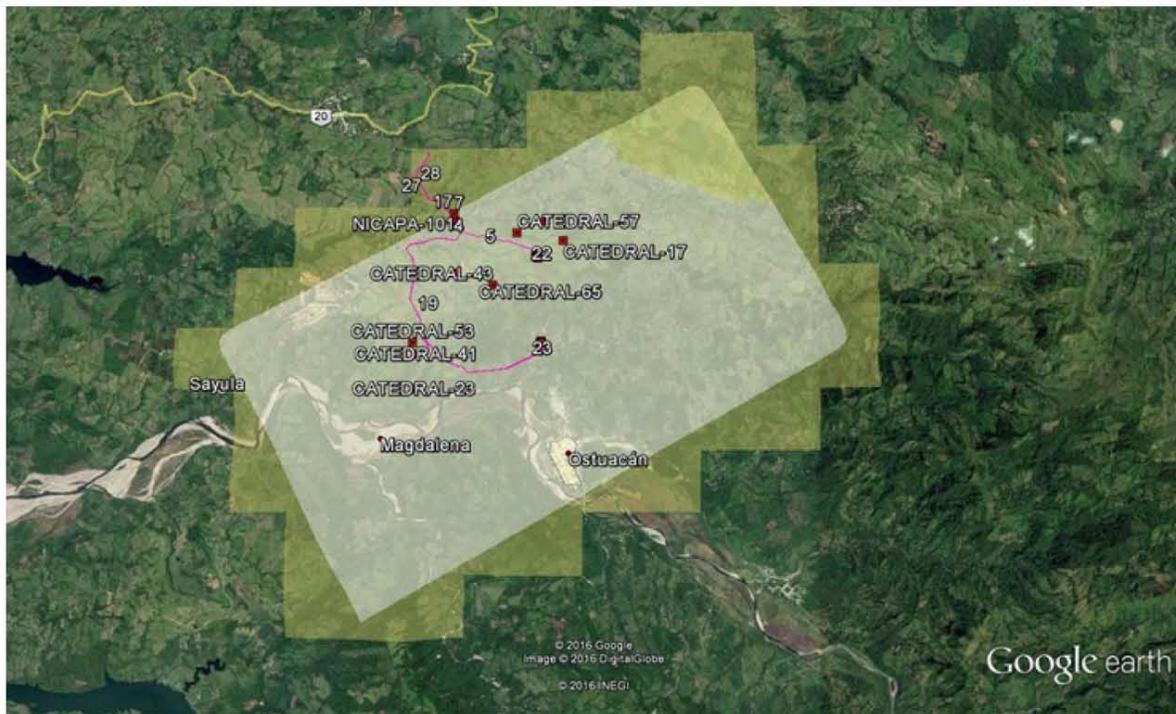


Figura 8.1.1-3.- Imagen del Área Contractual Catedral y sus instalaciones actuales.

8.1.1.1.2 Infraestructura de producción existente cercana al Área Contractual Catedral.

De acuerdo con la Figura 8.1.1, se muestran los campos de desarrollo Chintul, Chirimoyo, Malva, Muspac y Nicapa; los cuales tienen una relación operativa regida por Activo Integral Muspac, principalmente operación y mantenimiento de ductos y sus derechos de vía, pozos e infraestructura de producción, caminos de acceso. Todos estos aspectos, son relevantes en la identificación de daños ambientales y preexistentes, por lo tanto; cualquier actividad ajena al Área Contractual Catedral podrían ser atribuidas a dicha área, ver Figuras 8.1.1-2.

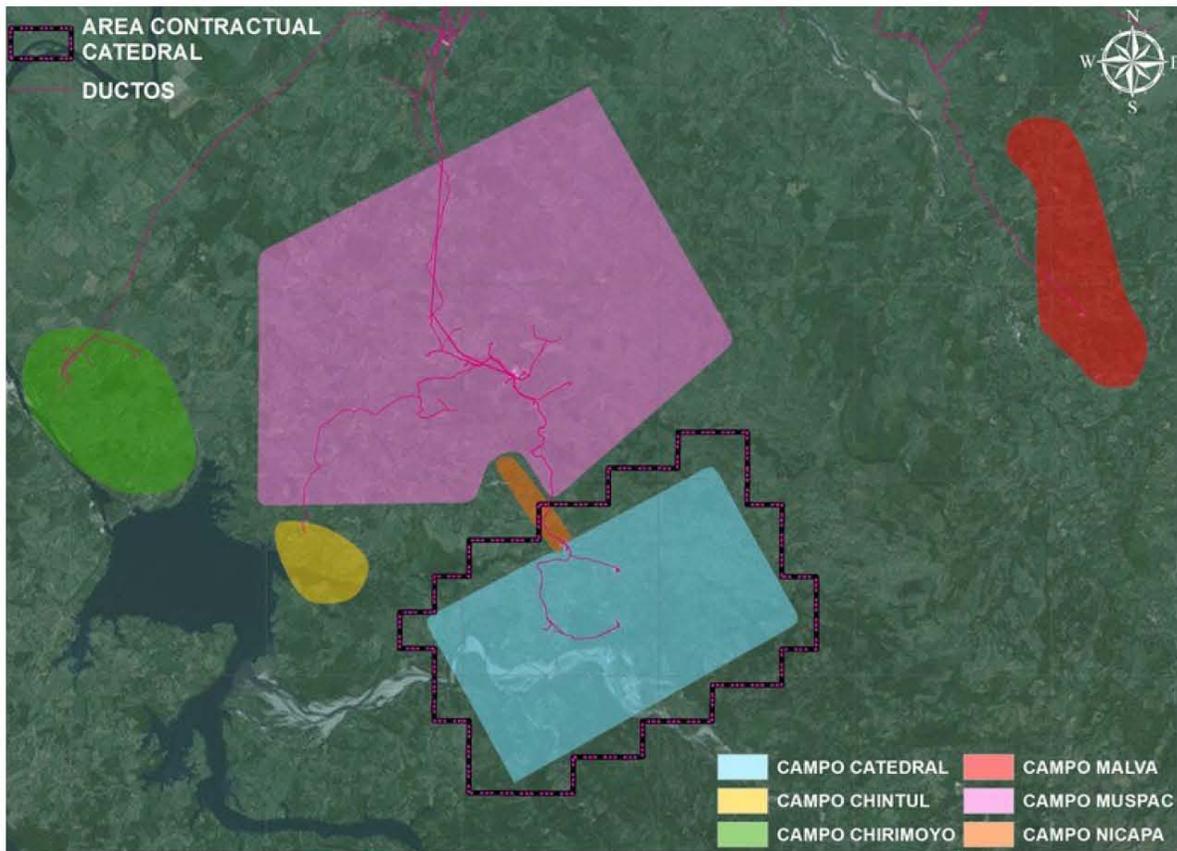


Figura 8.1.1-4.- Campos de desarrollo e infraestructura de producción cercanos al Área Contractual Catedral.

8.1.1.1.2 Instalaciones que comprende el Área Contractual Catedral.

De manera puntual, se presentan a continuación el listado de obras que comprende el Área Contractual Catedral proporcionada por DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V., que comprende pozos, estaciones, líneas de descarga y Oleogasoductos, así como la infraestructura de producción, las cuales se presentan en las Tablas 8.1.1-1, 8.1.1-2 y 8.1.1-3. Esta información concuerda con el reporte CNH 2013, donde se listan todas las instalaciones que comprende el campo Catedral y que posteriormente fue corroborado en campo, dicha información se presentará en inspección de instalaciones.

Tabla 8.1.1-3.- Listado de pozos dentro y fuera del Contractual Catedral.

POZO	UBICACIÓN	ESTATUS	PROF TOTAL	TIPO DE HIDROCARBURO	PERFORACIÓN	TERMINACION	X	Y
CATEDRAL 1	TERRESTRE	INACTIVO	3556	GAS / CONDENSADO	22/09/1990	25/10/1991	462656.11	1928229.98
CATEDRAL 2	TERRESTRE	INACTIVO	3179	GAS / CONDENSADO	01/05/1995	08/07/1995	462638.12	1928233.99
CATEDRAL 3	TERRESTRE	INACTIVO	3052	GAS / CONDENSADO	05/02/1998	22/03/1998	462648.11	1928203.98
CATEDRAL 5	TERRESTRE	INACTIVO	3016	GAS / CONDENSADO	01/12/1997	16/02/1998	463918.12	1927656.98
CATEDRAL 13	TERRESTRE	INACTIVO	3009	GAS / CONDENSADO	18/07/1995	18/09/1995	462623.69	1928233.19
CATEDRAL 15	TERRESTRE	TAPONADO	---	---	10/10/1995	24/10/1995	463933.07	1927649.73
CATEDRAL-15A	TERRESTRE	INACTIVO	724.00	GAS / CONDENSADO	09/10/1995	23/10/1995	463923	1927645
CATEDRAL 17	TERRESTRE	INACTIVO	3160	GAS / CONDENSADO	22/04/1996	09/06/1996	463903.12	1927626.98
CATEDRAL 21	TERRESTRE	INACTIVO	3021	GAS / CONDENSADO	19/11/1994	22/04/1995	462647.11	1928222.98
CATEDRAL 23	TERRESTRE	INACTIVO	3292	GAS / CONDENSADO	03/10/1997	19/12/1997	462039.12	1926185.98
CATEDRAL 41	TERRESTRE	INACTIVO	3250	GAS / CONDENSADO	13/10/1996	31/03/1997	462064.12	1926167.98
CATEDRAL 43	TERRESTRE	INACTIVO	3104	GAS / CONDENSADO	26/12/1995	17/02/1996	463921.12	1927667.98
CATEDRAL 53	TERRESTRE	INACTIVO	4075	GAS / CONDENSADO	12/04/1997	18/09/1997	462053.11	1926173.97
CATEDRAL 57	TERRESTRE	INACTIVO	3159	GAS / CONDENSADO	07/08/1996	21/10/1996	463894.11	1927709.98
CATEDRAL 63	TERRESTRE	INACTIVO	3014	GAS / CONDENSADO	26/11/1997	08/02/1998	463958.11	1926412.97
CATEDRAL 65	TERRESTRE	INACTIVO	3248	GAS / CONDENSADO	26/02/1996	13/04/1996	463913.12	1927684.98
CATEDRAL 67	TERRESTRE	INACTIVO	3142	GAS / CONDENSADO	15/11/1996	08/01/1997	463959.12	1926386.98
CATEDRAL 75	TERRESTRE	INACTIVO	3238	GAS / CONDENSADO	20/01/1997	03/05/1997	463952.11	1926401.98
CATEDRAL 85	TERRESTRE	INACTIVO	2958	GAS / CONDENSADO	31/08/1997	30/11/1997	463968.11	1926398.97
CATEDRAL 87	TERRESTRE	INACTIVO	3087	GAS / CONDENSADO	25/05/1997	21/07/1997	463948.12	1926416.98
CATEDRAL 103	TERRESTRE	INACTIVO	3178	GAS / CONDENSADO	22/03/1998	28/05/1998	463906.12	1927670.98
NICAPA 101	TERRESTRE	INACTIVO	S/I	S/I	35696	35819	462667	1928183

Tabla 8.1.1-4.- Batería de separación Catedral.

INSTALACIÓN	COORDENADAS UTM WGS84		ESTADO
	X	Y	
BATERÍA DE SEPARACIÓN CATEDRAL 1	0462572	1928299	FUERA DE OPERACIÓN

Tabla 8.1.1-5.- Listado de Líneas de Descarga en el Área Contractual Catedral.

Línea de Recolección (Origen)	Destino	Diametro (pulg.)	Longitud (m)	SERVICIO	CONDICIÓN DE OPERACIÓN
BATERIA CATEDRAL	MUSPAC	12	5.631	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
BATERIA CATEDRAL	MUSPAC	8	5.631	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL CAT 15	BATERIA CATEDRAL	8	1.822	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL CAT 15	BATERIA CATEDRAL	12	1.822	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL DL-1	INTERCONEXIÓN CAT 75	12	0.322	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL DL-1	INTERCONEXIÓN CAT 75	8	0.298	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL CAT 75	BATERIA CATEDRAL	8	4.512	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
CABEZAL CAT 75	BATERIA CATEDRAL	12	4.512	OLEOGASODUCTO	INACTIVO
POZO CAT 01	BATERIA CATEDRAL	8	0.301	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 02	BATERIA CATEDRAL	8	0.268	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 03	INT DE LDD CAT 21	8	0.06	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 05	CAB CAT 15	6	0.096	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 13	BATERIA CATEDRAL	8	0.304	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 15	CAB CAT 15	6	0.107	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 17	CAB CAT 15	6	0.14	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 21	BATERIA CATEDRAL	8	0.274	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 23	CAB DL 1	6	0.128	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 41	CAB DL 1	6	0.11	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 43	CAB CAT 15	6	0.122	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 53	CAB DL 1	6	0.073	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 57	CAB CAT 15	6	0.112	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 63	CAB CAT 75	6	0.078	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 65	CAB CAT 15	6	0.094	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 67	CAB CAT 75	6	0.14	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 75	CAB CAT 75	6	0.186	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 85	CAB CAT 75	6	0.079	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 87	CAB CAT 75	6	0.222	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO CAT 103	CAB CAT 15	6	0.114	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO
POZO NICAPA 101	BATERIA CATEDRAL	8	0.114	LÍNEA DE DESCARGA	INACTIVO



Como parte de los resultados de campo y de la información documental proporcionada por DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V., se procedió a realizar un diagrama de flujo de proceso actual en el Área Contractual Catedral. En ese sentido en la imagen de la Figura 8.1.1-1, se presenta el arreglo general de la infraestructura existente en su estado actual.

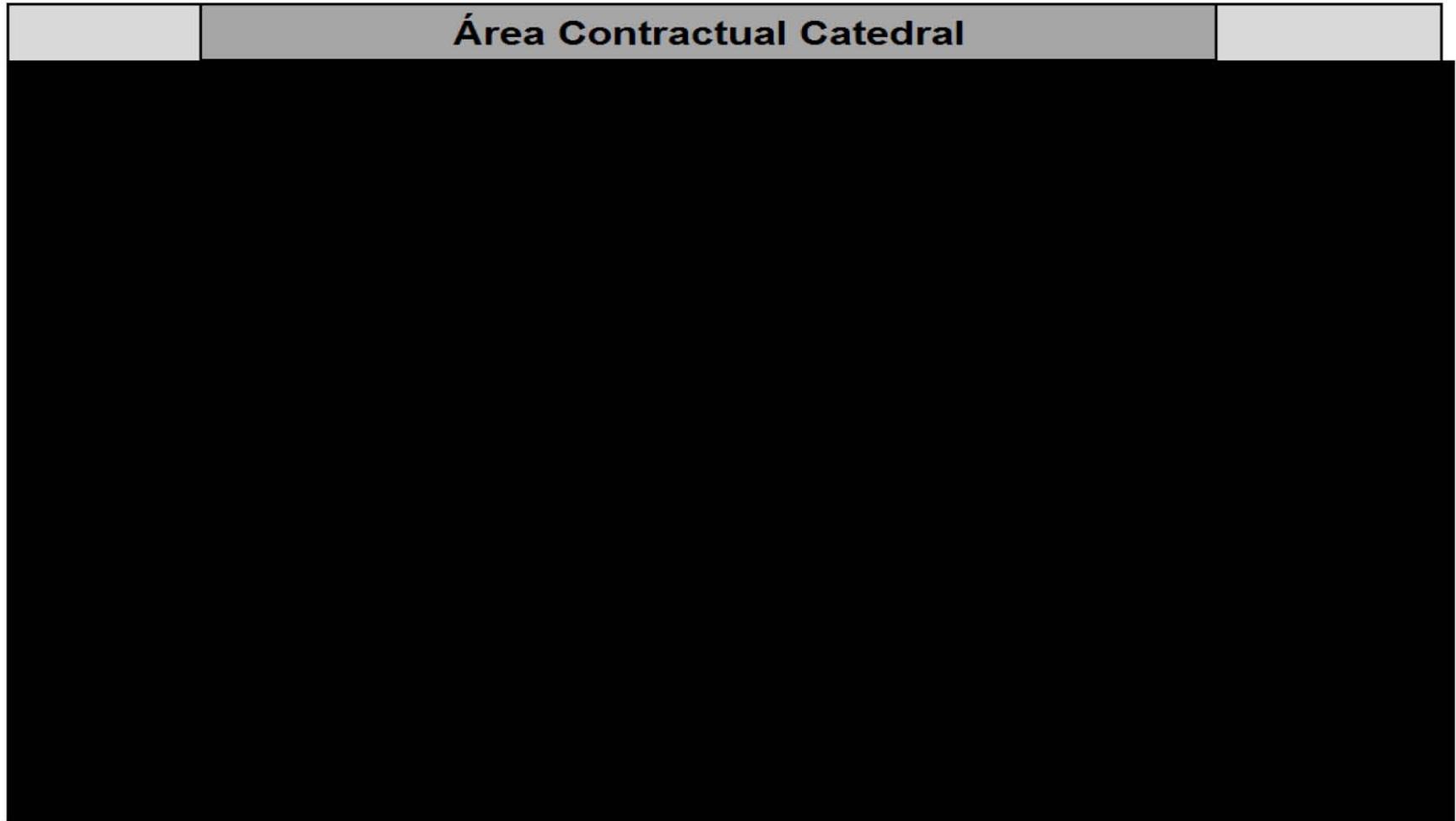


Figura 8.1.1-5.- Diagrama general de flujo de proceso del Área Contractual Catedral.



8.1.1.1.1.2 Descripción del diagrama de flujo de proceso.

El Área contractual Catedral cuenta con una superficie aproximada de 58 Kilómetros cuadrados, se ubica en el Municipio de Ostuacan, Estado de Chiapas, actualmente cuenta con 21 pozos de los cuales todos se encuentran inactivos con sus líneas de recolección.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]



8.1.1.1.1.3 Identificación de infraestructura existente

Como se mencionó en la metodología, en el apartado de infraestructura existente, se realizó un recorrido de campo tomando en cuenta como primer punto las instalaciones citadas en las Tablas 8.1.1-2, 8.1.1-3 y 8.1.1-4, posteriormente se procedió a hacer el levantamiento de información conforme a las fichas técnicas diseñadas para esta actividad y que se adjuntan a este apartado del documento (Anexo B).

Es importante señalar que la información recavada en las fichas técnicas, fue indispensable la realización de un análisis a detalle del conjunto de instalaciones que comprende el Área Contractual Catedral, con la finalidad de identificar el estado actual de éstas y aquellos aspectos técnicos que pudieron promover daños a la infraestructura y por ende posibles fugas o derrames de hidrocarburos. Partiendo de este supuesto, aplicó una lista de verificación que tiene que ver con las actividades del sector hidrocarburos, las cuales de alguna forma permitirán hacer un análisis del estado actual de la infraestructura que comprende el área contractual y que a continuación se enlista.

8.1.4 Lista de verificación

1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.

Se hace referencia a la imagen de la Figura 3-1 de la cadena de valor del sector hidrocarburos y con la finalidad de observar todas las etapas de desarrollo de un proyecto desde la exploración, explotación y punto de venta de los hidrocarburos. De este modo identificar cualquier detalle técnico de construcción,

operación y mantenimiento que pudieran haber generado daños ambientales o preexistentes, sobre algún componente ambiental.

2.- Diagrama de flujo de proceso de las instalaciones del área contractual.

De acuerdo a los resultados tanto de gabinete como de campo se desarrolló un diagrama de flujo de proceso de la operación de las instalaciones que comprenden el área contractual Catedral, el cual se muestra en la imagen de la Figura 8-1, dicha imagen y su análisis fue determinante para la identificación de problemas técnicos de operación o mantenimiento reflejados en daños ambientales o preexistentes.

3.- La consideración de la nomenclatura de pozos si es que existen elementos para su aplicación.

La definición y establecimiento de una nomenclatura de pozos, debe ser uniforme y común en todo el sistema petrolero nacional, antes se realizaba entre los grupos de Exploración e Ingeniería Petrolera (Gerencias y Superintendencias), cuando estas actividades eran regidas por la Subdirección de Producción Primaria. Con los cambios administrativos y de estructuras organizacionales, las funciones, actividades y responsabilidades relacionadas a las actividades de perforación, terminación y mantenimiento de pozos así como su normatividad no siempre mantuvieron una continuidad o actualización, llegando a ser diferentes en cada Activo o Región, esto generó confusiones, problemas de integración en archivos o sistemas, cuando se presenta intercambio de información o cuando ésta es integrada en las diferentes entidades centralizadoras de información de Pemex o del Gobierno Federal, debido a estas diferencias, se propuso una nomenclatura que uniformice y estandarice la nomenclatura de pozos en todo el sistema de PEMEX Exploración y Producción PEP. Para este trabajo se usaron documentos normativos y planos que fueron editados bajo el esquema de Producción Primaria, que a la fecha son vigentes pero desconocidos, actualizando lo necesario de acuerdo con las prácticas actuales, (*comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002*).

La nomenclatura se divide claramente para actividades exploratorias y de desarrollo.

3.1 Pozos Exploratorios y de Desarrollo

En el caso de exploración, el primer pozo que va en busca de una nueva reserva denominado el exploratorio, normalmente lleva un nombre propio seguido del número 1; Ejemplo: Catedral 1. En caso de que el pozo original tenga un accidente mecánico durante la perforación y sea necesario taponarlo, el equipo de perforación se mueve de 5 a 10 metros, de la posición original, para iniciar otro pozo exploratorio, este tendrá el mismo nombre y número pero se le agregará la letra "A". Así quedaría el Catedral 1A. En caso de que los accidentes se repitieran y se tuviera que iniciar otros pozos, se usarían las letras A, B, C, y así sucesivamente, exceptuando la letra D ya que ésta se utiliza para definir a los pozos dobles.

Sistema Institucional de Pozos Productores de Aceite, Gas y Condensados (PAGAC).

En cuanto a la **estructura del nombre de los pozos**, conviene mencionar otras regulaciones que tiene para su incorporación el sistema institucional de pozos productores de aceite, gas y condensados (PAGAC). En este Sistema se usa la nomenclatura que consta de 3 partes.

- *Nombre del campo*
- *Número*, según la posición de la retícula de yacimientos.
- Un *carácter alfabético* que tiene el siguiente significado:

- ❖ La primera letra se obtiene de su posicionamiento en la localización, es decir:

Cuando el número del pozo no tiene literal, se refiere a un solo objetivo en la retícula del yacimiento.

Cuando se tiene una **D** es un objetivo doble productor en la distribución de varios yacimientos verticalmente, y una **T** es un triple objetivo productor en la retícula.

- ❖ La segunda letra indica si el pozo tuvo un accidente durante su etapa de perforación, terminación, etc., es decir:

Cuando el número del pozo se acompaña por una letra **A**, significa que existe un pozo anterior que fue abandonado, taponado y registrado con el mismo número y sin letra para fines contables. Si fuese necesario abandonar y taponar también el pozo **A**, entonces el siguiente pozo se representa con una **B**, y así sucesivamente se utilizan las letras en orden alfabético, exceptuando la consonante **D**, la cual se utilizará cuando un pozo sea doble de otro.

- ❖ La tercera letra indica las ramas por las cuales fluye el pozo, es decir, pozos con terminación múltiple en el mismo yacimiento:

Se asocia una letra inferior **I**, medio **M** y superior **S** para distinguir la rama que fluye de un determinado yacimiento, (*comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002*).

Es importante mencionar el caso de los pozos Catedral 15 y 15A identificados en el listado de la CNH 2013 y conforme a la Nomenclatura de Pozos propuesta por el Sistema Institucional de Pozos Productores de Aceite, Gas y Condensados (PAGAC). Siguiendo ese criterio, se entiende que el pozo Catedral 15 tuvo un accidente mecánico durante la perforación y se volvió a perforar en un radio de 5 a 10 m de la posición original; o bien ocurrió una reentrada en el mismo sitio, por lo tanto; el nuevo pozo tendrá el mismo nombre y número, solo se le agregó la letra **A**, quedando pozo Catedral 15A, ver Tabla 8.1.1-6

Tabla 8.1.1-6 Identificación de los Pozos Catedral 15 y 15 A.

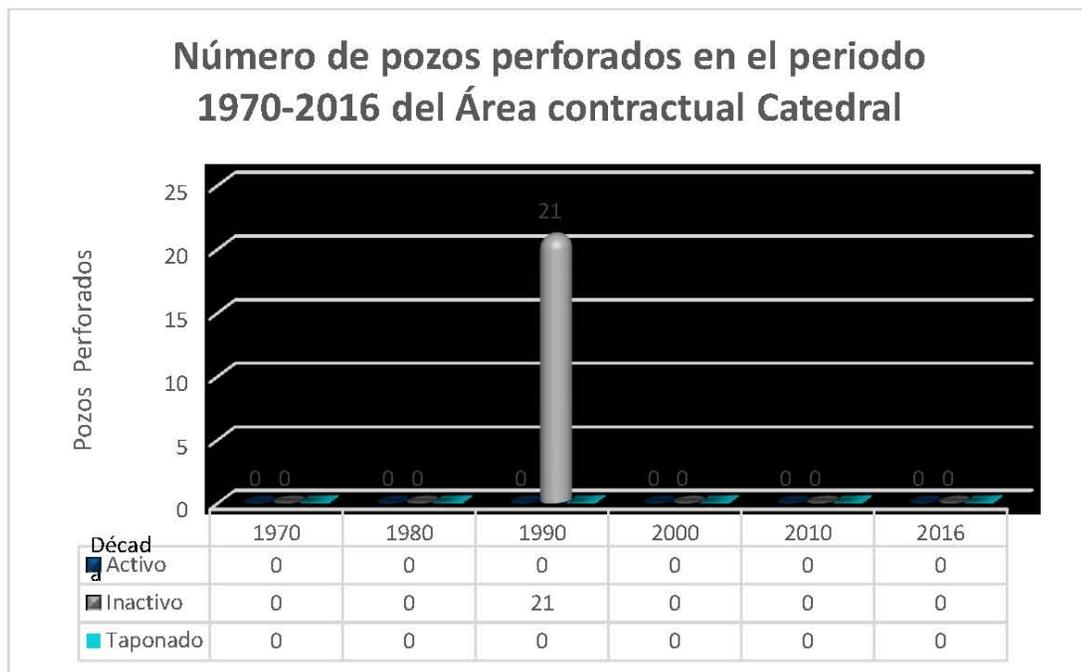
Organismo	Identificador Institucional del Pozo	Nombre y Numero de Pozo	Región
PEMEX Exploración y Producción	000300010698	CATEDRAL-15	SUR
PEMEX Exploración y Producción	000300018799	CATEDRAL-15A	SUR

CNH, 2013.

4.- Agrupar los pozos perforados en periodos de 10 años.

Tomando como base la información presentada en la Tabla 8.1.1-2, en el que listan los pozos que comprende el Área Contractual Catedral identificándose un periodo de actividad de perforación de la

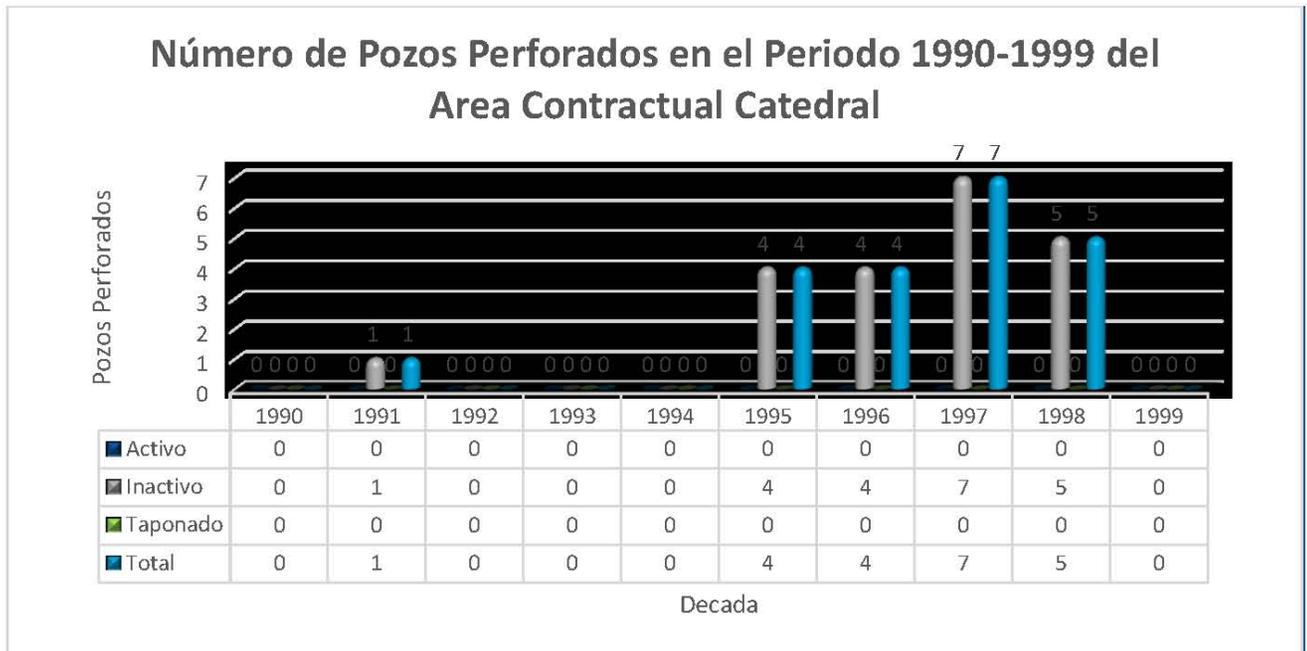
década de 1990 a la de 1999 10 años de desarrollo como se muestra en la Gráfica 8.1.1-1, periodos de 10 años de actividad de perforación y terminación de pozos; es decir; se perforaron 21 pozos y todos ellos bajo el cumplimiento de términos y condicionantes en materia de impacto y riesgo ambiental presentados en diversas resoluciones emitadas por la autoridad.



Gráfica 8.1.1-1.- Periodos de 10 años de actividad de perforación en el Área Contractual Catedral.

5.- Agrupar los pozos perforados por año en cada periodo de 10 años.

En las Graficas 8.1.1-2 se presenta la secuencia de pozos perforados por años en periodos de 10 años, de este modo para observar en que periodo se dio la máxima actividad y en que año; e identificar los daños ambientales y preexistentes potenciales en el Área Contractual Catedral; la década de los 90's fue la de mayor actividad, en donde se realizo operación, mantenimiento, reparaciones mayores, menores y perforación de pozos; posterior a 1999 no hubo ninguna actividad en el campo Catedral.

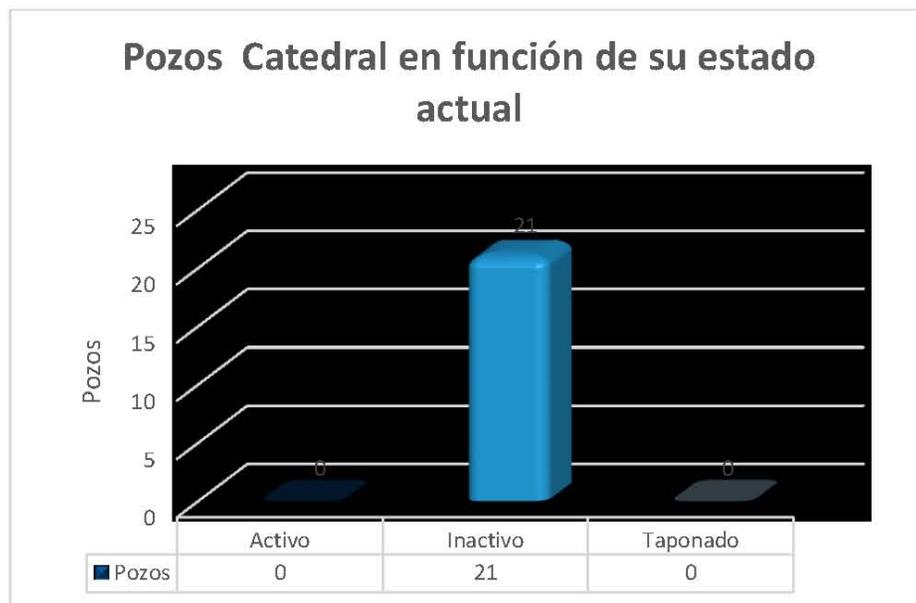


Grafica 8.1.1-2.- Gráfico de comportamiento de pozos en el periodo 1990- 1999.

De acuerdo a los resultados presentados en las Gráficas 8.1.1-2 y 8.1.1-3., se observa que la mayor actividad se dio en los años 1997 y 1998 con 12 pozos perforados, resultando un 57 % del total de pozos perforados en tan solo dos años, lo que pueden indicar que hubo una intensa actividad de movimiento de equipos y personal en toda el campo de desarrollo, Sin embargo, es relevante señalar que en ese periodo ya existía regulación en materia de impacto y riesgo ambiental que amporó todas las obras en el periodo 1991 a 1998 en las etapas de preparación del sitio y construcción. La resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 del 10 de octubre de 2007, del “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**”, así como la modificación del mismo con el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1983.09, del 22 de abril de 2009, estaría cubriendo la operación, mantenimiento de todas las obras exisitentes en el Área Contractual Catedral.

6.- Clasificar y agrupar los pozos en función de su estado actual.

En la Gráfica 8.1.1-4, se presenta la agrupación del estado actual de los pozos dentro del Área Contractual Catedral, detectándose que los 21 pozos se encuentran inactivos. Estos resultados son determinantes en la identificación de posibles daños ambientales o preexistentes en el área contractual.



Gráfica que muestra la agrupación de los pozos, según su estado actual.

7.- Cotejar el listado de pozos publicados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos con respecto de las instalaciones que se supervisarán en campo.

Se corroboró que la información proporcionada por la empresa DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I. de C.V. coincide con la publicada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos CNH, publicado en la página de la Secretaría de Energía SENER.



8.- Realizar un análisis progresivo y acumulado de perforación de pozos por año (impactos acumulados).

Partiendo del análisis que se hizo al inicio de este documento, referente a la conceptualización legal del *Impacto ambiental acumulativo* es *"El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente"* de acuerdo a este concepto en el área del proyecto existe una serie de actividades que ocurrieron en el pasado durante la perforación y operación de pozos, así como el transporte de hidrocarburos a través de la red de las líneas de conducción, que se observan actualmente y a través del tiempo se han generado impactos acumulativos o *pasivos ambientales* *"Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación. En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos sobre el medio ambiente"*¹ que no han tenido atención alguna o no se aplicaron las medidas de mitigación correspondientes por no existir en ese momento una legislación ambiental que regulara dichas acciones y en este sentido se puede decir que no existen impactos residuales según versa el concepto que a la letra dice *"Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación"*, aquí más bien hay que decir que la recuperación del sistema se ha regido por las condiciones climáticas prevalecientes en la región, aun cuando estas son extremas ha tenido la capacidad de amortiguar dichas acciones. Este análisis, tiene congruencia con la descripción técnica del concepto de impacto acumulativo propuesto por V. Conesa, 2010 el cual lo define como aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

De acuerdo con este autor, podemos decir que el tiempo y el espacio de un impacto primario sobre un componente ambiental son determinantes en su permanencia, es decir, que está sujeto a la capacidad del

¹Artículo 132 párrafo segundo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos DOF. 30-11-2006



sistema natural para amortiguar cualquier acción antrópica o porque no existen las condiciones ambientales que permitan su recuperación.

Partiendo de estos conceptos técnicos – jurídicos se podrán identificar los impactos acumulativos o también denominados *pasivos ambientales* “Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente”² generados por el proyecto. Estos tendrían que ser evaluados de manera indirecta en el diagnóstico ambiental, es decir a través; de la inspección en campo aplicando una metodología que permita identificar dichos pasivos ambientales dentro del Área Contractual Catedral.

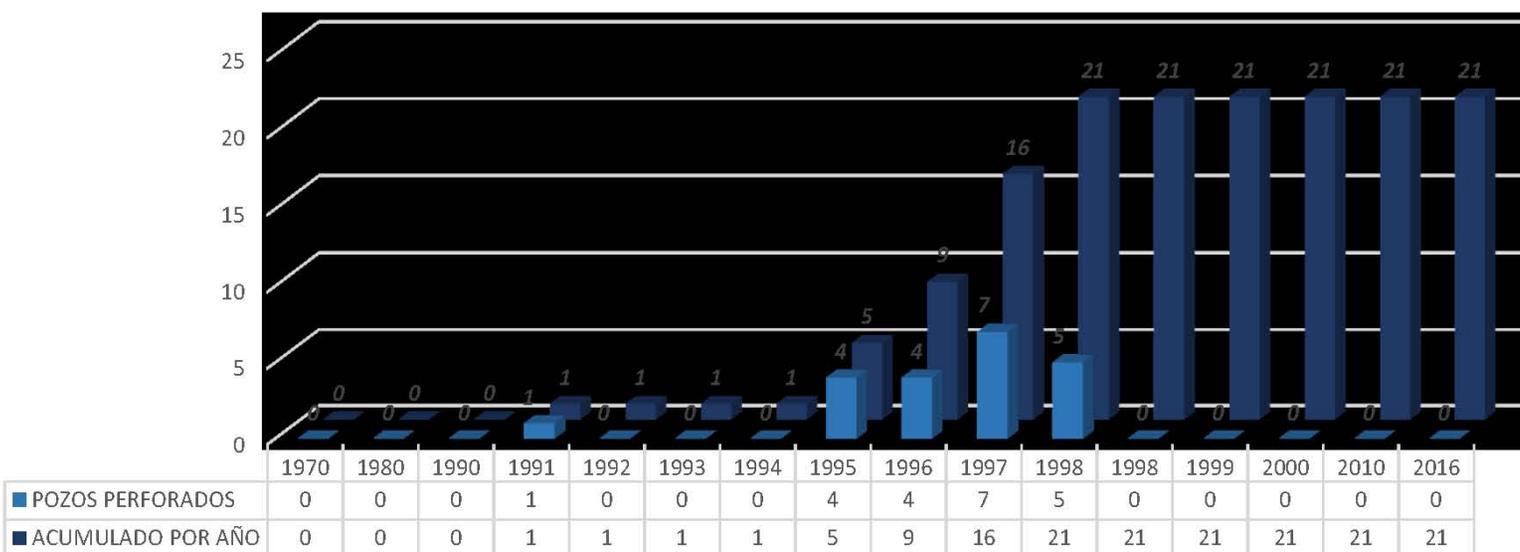
Una vez analizada la información de los pozos en periodos de 10 años, se procedió a realizar un condensado global del Área Contractual Catedral, el cual se muestra en las Tablas 8.1.1-5, y en la Gráfica 8.1.1-5 donde se puede observar la perforación de pozos acumulado progresivo por año, en un periodo de 50 años. De este modo, se podrá identificar los impactos acumulados o pasivos ambientales existentes.

²NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. DOF 29 de marzo del 2005.

Tabla 8.1.1-7.- Número de pozos perforados por año y acumulado progresivo en el periodo 1970 - 2016 del Área Contractual Catedral.

Obras tipo	RELACIÓN DE OBRAS TIPO PERMANENTES / PROYECCIÓN / IMPACTOS ACUMULATIVOS														
	UNIVERSO DE OBRAS PERMANENTES EN EL PERIODO 1960 -2016														
	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2016
POZOS	0	0	0	1	0	0	0	4	4	7	5	0	0	0	0
ACUMULADO POR AÑO	0	0	0	1	1	1	1	5	9	16	21	21	21	21	21

Perforación de pozos acumulado progresivo



Grafica 8.1.1-4.- Gráfica que muestra la perforación de pozos acumulado progresivo por año en un periodo de 46 años.

9.- Agrupar las estaciones de recolección e infraestructura adyacente, conforme a su uso y estado actual.

En cuanto a la infraestructura de producción del Área Contractual Catedral, solo se identificaron: la denominada batería de separación Catedral 1 mencionada en la **Tabla 8.1.1-3**, así mismo cada macropera cuenta con sus respectivos cabezales de recolección Catedral 75, Catedral DL 1, Catedral 15, de este documento. Misma que también fue supervisada y analizada en materia de daños ambientales y preexistentes.

10.- Agrupar las líneas de conducción en función del transporte de gas, aceite y agua, así como su estado actual. (Líneas de descarga, gasoductos, oleoductos, acueductos, etc.).

De acuerdo con las inspecciones realizadas para las líneas de descarga del Área Contractual Catedral, se realizó con forma a lo enlistado en la **Tabla 8.1.1-4**. Siguiendo los indicios presentados en campo como derechos de vía, postes tipo r, tuberías expuestas; se encontró que las 21 líneas de recolección y los 8 Oleogasoducto se encuentran totalmente inactivos; como se muestra en la Gráfica 8.1.1-6. Estos resultados son determinantes en la identificación de daños ambientales y preexistentes.



Grafica 8.1.1-5.- Gráfica que muestra la agrupación del estado actual de las líneas de recolección.



11.- Identificar las actividades principales de las obras tipo en función de sus fases de desarrollo, tomando especial atención en la construcción, operación, mantenimiento y abandono.

La información está presentada en la Tabla 8.1.1-8.

12.- Identificar otras actividades del sector primario e industrial dentro del área contractual (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras. La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio de Ostuacán, estado de Chiapas, que presenta INEGI 2015.

Por otra parte, se realizó un análisis del contexto regional donde se ubica el Área Contractual Catedral, donde interaccionan con otras actividades del sector primario e industrial (actividades mineras, agrícolas, pecuarias, forestales, entre otras). La información al respecto se obtendrá de las estadísticas de actividades primarias del Municipio de Ostuacán, estado de Chiapas, que presenta INEGI 2015.

En la Tabla 8.1-7 se presenta un resumen de otras actividades humanas como es el sector agropecuario, forestal y minero en el municipio de Ostuacán, Chiapas y donde se ubica el Área Contractual Catedral, que se cierto modo son indicadores del cambio de uso del suelo en la región, el cual desde el punto de vista del impacto ambiental se consideran daños ambientales, mismo que serán evaluados con el índice de incidencia.

Tabla 8.1.1-8.- Resumen de las actividades primarias en el municipio de Ostuacán donde se ubica el Área Contractual Catedral.

Resumen de los sectores productivos en el municipio de Ostuacán, Chiapas						
Unidades de producción y superficie por municipio según desarrollen o no actividad agropecuaria o forestal 2007						
Municipio	Unidades de producción			Superficie en unidades de producción en Ha		
Ostuacán	Total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal	total	Con actividad agropecuaria o forestal	Sin actividad agropecuaria o forestal
		1645	1511	134	30996	26134
Ganadería volumen de la producción de ganado y ave en pie por municipio 2014 (Toneladas)						
Ganado	Bovino	Porcino	Ovino	Ave	Guajolote	---
	11479	69	16	44	9	----

INEGI 2015, Anuario estadístico y geográfico de Tabasco.

13.- Análisis de la resolución emitida en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 del 10 de octubre de 2007, del “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus.

La actividad exploratoria inicio en el año de 1991 con el pozo Catedral-1, fue resultando productor de gas y condensado, en rocas carbonatadas del Cretácico Medio y Superior. El yacimiento se compone de estratos del Cretácico Medio al Cretácico Superior, con un tipo de hidrocarburo de gas y condensado, con densidad de 57 grados API. La producción diaria obtenida fue de 226 barriles de aceite y 2.58 millones de pies cúbicos de gas. (CNH 2015). Se entiende que todas las obras realizadas hasta antes del 2007 se realizaron bajo el amparo de otras resoluciones puntuales en materia de impacto y riesgo ambiental, para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de obras, es decir; dieron cumplimiento a los términos y condicionantes de esas resoluciones.

Posteriormente se la resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 del 10 de octubre de 2007, del “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”, así como la modificación del mismo con el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1983, del 22 de abril de 2009; en los cuales se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución de referencia. Cabe señalar,



que todas las obras existentes quedaron bajo el amparo de la nueva resolución y en ese sentido se le debió dar cumplimiento en las fases de operación, mantenimiento y abandono.

A continuación se presenta un resumen de la Resolución **S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07** para el proyecto “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus, así como la modificación del mismo con el oficio **S.G.P.A./DGIRA/DG/1983**, del 22 de abril de 2009 en el cual se emitieron los términos y condicionantes que se deberán aplicar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono; por componentes ambientales siendo estos la vegetación, fauna, el suelo, la hidrología, atmósfera, los cuales son los indicadores de la calidad ambiental.

En primera instancia se revisó la Resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, en donde se describen las obras tipo que comprende el sector petrolero por fase de desarrollo, la cual se presenta en la Tabla 8.1.1-8. Dicho análisis será el marco de referencia técnico legal para analizar las obras existentes y nuevas, que se pretenden realizar en el Área Contractual Catedral, así como de los resultados que se obtengan de campo en la inspección de las obras tipo (pozos, estaciones de recolección y gasoductos).

La información presentada en la Tabla 8.1.1-8, se hace hincapié en las etapas de operación, mantenimiento y abandono, ya que es donde se dan las mayores actividades de proceso de perforación de pozos, de la etapa de producción a través de la conducción de los hidrocarburos en fase líquida y gaseosa, así como de agua de yacimiento o congénita, los cuales son separados en las baterías de separación y demás infraestructura de producción que es requerida en la cadena de valor del sector petrolero.

Tabla 8.1.1-9.- Matriz de interacción de obras tipo por fase de desarrollo.

Obras tipo	Etapas de desarrollo			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
Prospección Sismológica 2D y 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Despalme y acondicionamiento. • Instalación de campamento y/o dormitorio. • Mantenimiento de equipo mecánico. • Transporte de maquinaria y personal. • Instalación de polvorín conforme a las especificaciones de SEDENA. 	No se requiere.	<ul style="list-style-type: none"> - Trazo de retícula de líneas. - Acondicionamiento de línea. - Perforación de pozos de tiro y cargado de explosivos. - Detonación de explosivos. - Registro de datos sísmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desmantelamiento de campamento. - Transporte de equipo y maquinaria. Limpieza de brechas. - Revisión y tapado de pozos. Rehabilitación, restauración, reforestación con especies nativas, y pago de afectaciones.
Perforación de pozos	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del Sitio. • Despalme y limpieza. • Nivelación del terreno. • Compactación. • Construcción de caminos de acceso. • Transporte de equipo de infraestructura. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de campamento y letrinas. Transporte de material y equipo. Delimitación de la localización. Construcción de plataforma y contrapozo. Construcción canal perimetral. Instalación de campamentos. Instalación de laboratorios de análisis de muestras. Instalación de centro de telecomunicaciones y cómputo. Instalación de la torre de perforación. Armado y uso de barrena. 	<ul style="list-style-type: none"> Perforación del pozo. Inyección de fluidos de perforación. Extracción de barrena y toma de registros convencionales. Cementación de tuberías de revestimiento. Obtención fluidos de perforación. Instalación de las bombas de fluidos de perforación. Toma de muestras de perforación. Desfogue y quema de productos del pozo. Desmantelamiento campamento. Instalación de cabezales y árbol de válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del sitio y zonas aledañas. - Recuperación de tubería de revestimiento. - Taponamiento (cementación) del pozo. Restauración del sitio de acuerdo con las especificaciones de la NOM-115-SEMARNAT-2003.
Obras de infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> Despalme y limpieza del terreno. Trazo y nivelación. Compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Trazo y nivelación. Cercado o bardeado. Cimentaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de hidrocarburos. Separación de gas y condensados. Mantenimiento de caminos de acceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Desmantelamiento de instalaciones. Obras de modernización para continuar con la operación normal.

Obras tipo	Etapas de desarrollo			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
	<p>Construcción de terraplenes.</p> <p>Transporte de personal y equipo.</p>	<p>Instalación de tanques de almacenamiento.</p> <p>Instalación de tuberías.</p> <p>Instalación de drenajes de tipo industrial, pluvial y sanitario.</p> <p>Señalamientos.</p> <p>Instalaciones eléctricas.</p> <p>Instalación de cabezales y válvulas.</p> <p>Instalación de quemadores ecológicos.</p> <p>Instalación de separadores trifásicos</p> <p>Instalación de líneas trampas de diablos</p> <p>Instalación de cabezales de baja, media y alta presión.</p>	<p>Transporte de materiales y equipos.</p> <p>Mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>Mantenimiento a quemadores.</p> <p>Mantenimiento a instalaciones eléctricas.</p> <p>Envío de gas y condensados a los puntos de venta.</p>	<p>Saneamiento y limpia del terreno.</p>

8.2 Inspección de instalaciones que comprende el Área Contractual Catedral.

8.2.1 Pozos

Con base en los datos presentados en las Tablas 8.1.1-9, 8.1.1-10, se realizó un análisis detallado de las instalaciones, para ello se acordó con DIAVAZ OFF SHORE S.A.P.I. de C.V., para la clasificación de macroperas y los pozos inspeccionados, en función del grado de hallazgos (resultados de las fichas técnicas de cada pozo), que tienen que ver con impactos acumulado y de seguridad basado en un juicio de expertos. En ese sentido, se definieron tres niveles de afectación alto, medio y bajo. Bajo este criterio se identificaron 21 pozos con el nivel bajo (color verde), 0 pozo con nivel medio (amarillo) y 0 pozos con nivel alto (rojo). La escala de afectación va de los que tienen menos presencia de hidrocarburos, valvulas de seguridad desconectadas, fugas, filtraciones, u otros contaminantes a falta de mantenimiento a la instalación que comprende cada pozo, dicha información se puede apreciar en la Tabla 8.1.1-10 y Gráfica 8.1.1-6. En el Anexo C la Tabla de Excel con el listado de pozos, los hallazgos y calificación de afectación. Esta información se puede corroborar en el Anexo D Fotográfico de pozos.

Tabla 8.1.1-10.- Niveles de afectación por grupo de pozos.

Nivel de afectacion	Total Pozos
Alto	0
Medio	0
Bajo	21
Total	21



Gráfica 8.1.1-6.- Niveles de afectación por grupo de pozos

Como se podrá observar tanto en la Tabla 8.1.1-9 y Gráfica 8.1.1-7, los mayores hallazgos son de mantenimiento de los árboles de válvulas, falta de rejillas Irving, de bridajes en algunas valvulas, laterales de tubería de rebestimio, falta de capuchones, de tapones roscados, señalamientos de seguridad, gran cantidad de vegetación herbácea, tanto en los cuadros de maniobra y área de contrapozo; Otro aspecto relevante detectado, es que las instalaciones han perdido parte de sus estructuras de protección, tales como: cercado perimetral, guardaganados que probablemente se deban al vandalismo de la región, por lo tanto es indicador de poca inspección y vigilancia de los operadores de la empresa. En cuanto a manejo de residuos peligrosos y de manejo especial se consideran como impactos acumulados aunque en menor grado, ya que; han permanecido en el tiempo y no se le ha dado la atención requerida, ver Anexo D Fotográfico de pozos inspeccionados en campo. Lo anterior se puede confirmar con la información presentada en la Tabla 8.1.1-9 y Gráfica 8.1.1-7.

Tabla 8.1.1-11 - Factores de afectación en pozos

FACTOR DE AFECTACIÓN	NÚMERO
Atmosfera	1
Fauna	20
Hidrología	19
Mantenimiento	266
Suelo	0
Total de afectaciones	306



Gráfica 8.1.1-7.- Niveles de afectación en pozos.

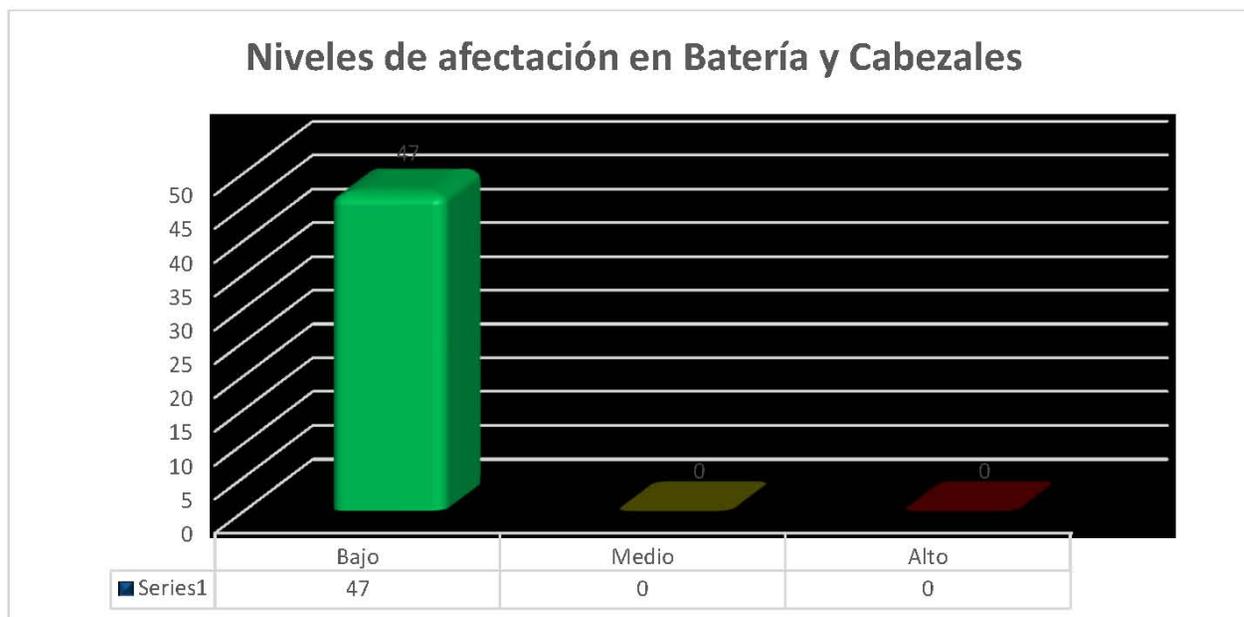
De acuerdo a este análisis, se puede decir que se encontraron escasas evidencias relevantes de pasivos ambientales a simple vista, dentro de las instalaciones y periferia de los 21 pozos supervisados. Sin embargo, no hay que dejar de lado, que las instalaciones supervisadas coexisten con otras actividades socioeconómicas de la regionadas que han cambiado el uso del suelo a otras actividades como la agrícola y ganadera que pueden borrar de manera parcial las evidencias de hidrocarburos u otros residuos inherentes a esta actividad. Cabe señalar, que existen otras evidencias que dan constancia de la actividad petrolera en el pasado, siendo estas las presas de quema que sirvieron durante la perforación, terminación, operación y mantenimiento de pozos en el desfogue de condensados, agua congénita, recortes de perforación y otros residuos peligrosos, que aún permanecen acumulados en el espacio y tiempo o en el mejor de los casos ya fueron restauradas.

8.2.2 Infraestructura de producción (Estaciones de Recolección)

El Área Contractual Catedral, cuenta con la Batería Catedral 1, y con cuatro cabezales foráneos de recolección Catedral 75, Catedral DL1, Catedral 15 y Catedral 1, estos son los resultados de la inspección de campo se presentan en la Tabla 8.1.1-12 y Gráficas 8.1.1-8, en las cuales se señalan las anomalías encontradas en dicha infraestructuras de producción, es importante señalar que es evidente la falta de mantenimiento en las instalaciones comentadas, se encontró un hallazgo considerado como medio que es la filtración en una brida de 2" de un tanque, la mayoría fueron de nivel bajo tales como corrosiones en bridas, malas condiciones de instalaciones, falta de señalamientos, registros con corrosión, montículos de concreto, vegetación en diversas zonas de los cuadros de maniobras, falta de cercados, falta de tapones y bridas en tuberías, válvulas en mal estado entre otras, los cuales requieren de limpieza conforme al protocolo de saneamiento (Tabla 8.1.1-10 y Gráfica 8.1.1-8). Ver Anexo C Fotográfico de Batería de Separación.

Tabla 8.1.1-12.- Niveles de afectación en Batería de Separación Catedral 1 y Cabezales.

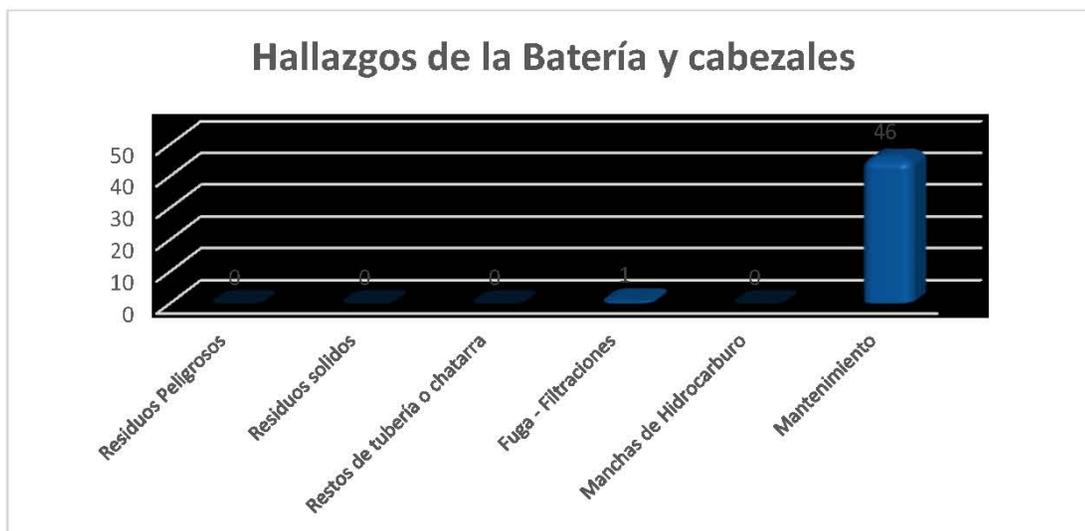
Niveles de afectación	Batería de Separación Catedral 1	Cabezales Foraneos	Total
Bajo	37	10	46
Medio	0	0	0
Alto	0	0	0
Total	37	10	47



Grafica 8.1.1-8.- Niveles de afectación en la Batería de separación Catedral 1 y Cabezales.

Tabla 8.1.1-13.- Concentrado de hallazgos en estaciones de recolección Catedral1.

HALLAZGOS	NÚMERO
Residuos Peligrosos	0
Residuos solidos	0
Restos de tubería o chatarra	0
Fuga - Filtraciones	1
Manchas de Hidrocarburo	0
Mantenimiento	46
TOTAL	47



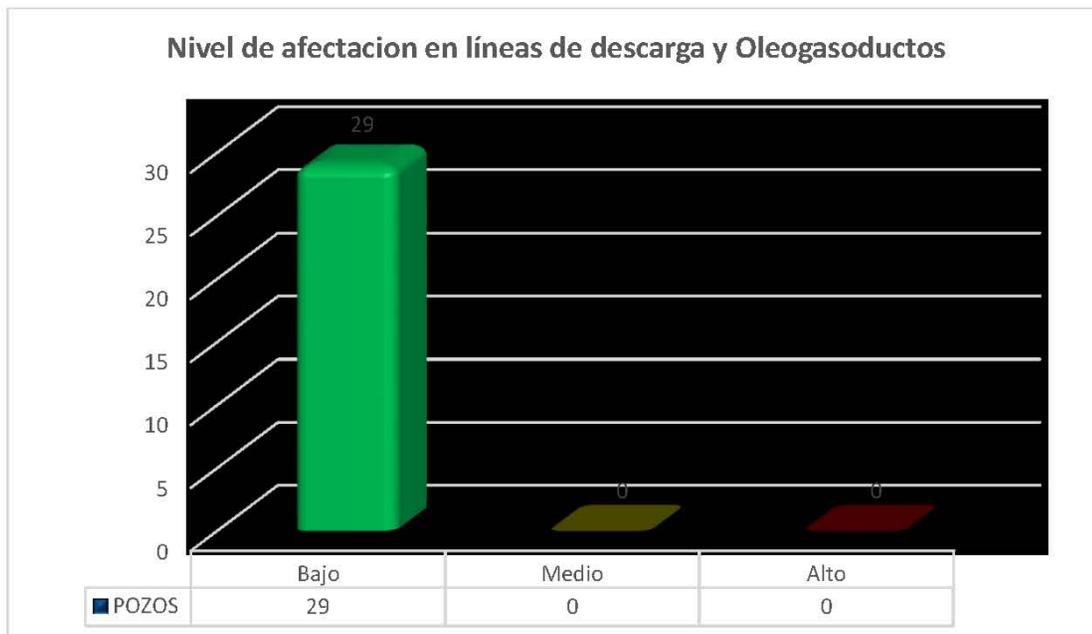
Gráfica 8.1.1-9.- Hallazgos de las Bateria de separación Catedral 1 y Cabezales.

8.2.3 Sistemas de conducción (Líneas de descarga y oleogasoductos)

En las Tablas 8.1.1-12, y Gráficas 8.1.1-10, se presentan los niveles de afectación por Línea de descarga y Oleogasoducto, se puede observar que los niveles de afectación son bajos; ya que estas no presentan actividad alguna, y los principales hallazgos encontrados durante los recorridos fueron postes tipo R derribados, tuberías expuestas, vegetación sin triturar sobre derecho de vía, arboles de raíz profunda, hundimientos con tubería expuesta, quedando las 21 líneas y 8 oleogasoductos en nivel bajo, los hallazgos pueden ser subsanados con un plan de mantenimiento de líneas y derechos de vía.

Tabla 8.1.1-14.- Total de niveles de afectación en Líneas y Gasoductos

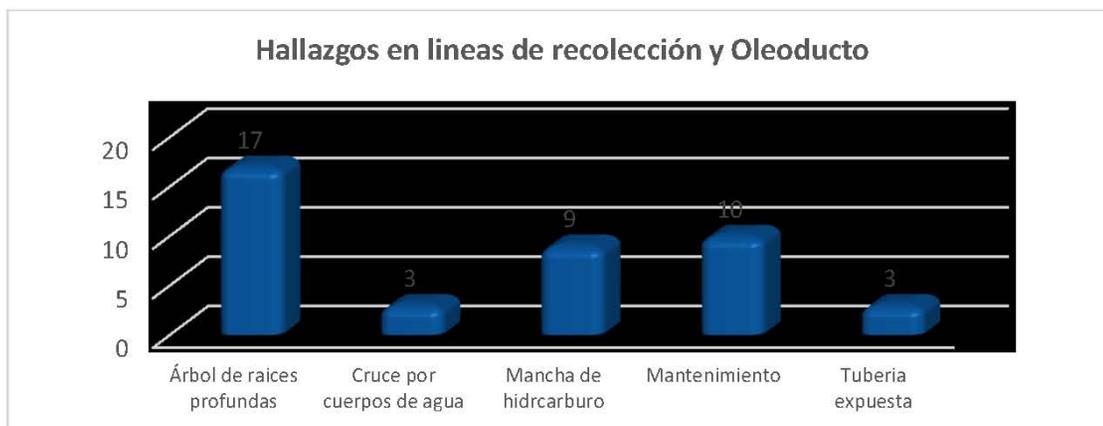
Niveles de afectación	Tipo de obras.		Total
	Líneas	Oleoducto	
Bajo	21	8	29
Medio	0	0	0
Alto	0	0	0
Subtotal	21	8	29



Gráfica 8.1.1-10.- Niveles de afectación en Líneas de descarga y Gasoductos Catedral

Tabla 8.1.1-15.- Listado hallazgos detectados en Líneas de Descarga y Oleoducto

HALLAZGOS	NÚMERO
Árbol de raíces profundas	17
Cruce por cuerpos de agua	3
Postes de derech de vía dañados	9
Tubería expuesta	10
Hundimientos	3
Total	42



Gráfica 8.1.1-11.- Hallazgos detectados en ductos inspeccionados.

Finalmente señalar que la supervisión en campo de las líneas de descarga y gasoductos, fue únicamente con el objetivo de identificar evidencias de pasivos ambientales. Sin embargo, es recomendable realizar la inspección de ductos conforme a la **NOM-027-SESH-2010** Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos: **Administración de integridad: Proceso que incluye la inspección de los sistemas de transporte de hidrocarburos, evaluación de las indicaciones obtenidas de las inspecciones, caracterización de las indicaciones, evaluación de los resultados de la caracterización, clasificación por defecto y severidad y la determinación de la integridad del ducto mediante técnicas de análisis.** De esta forma adquirirá valor técnico legal los resultados que se obtengan y deslindar cualquier inconformidad entre las partes involucradas.

8.3 Cumplimiento de términos y condicionantes a los Resolutivos

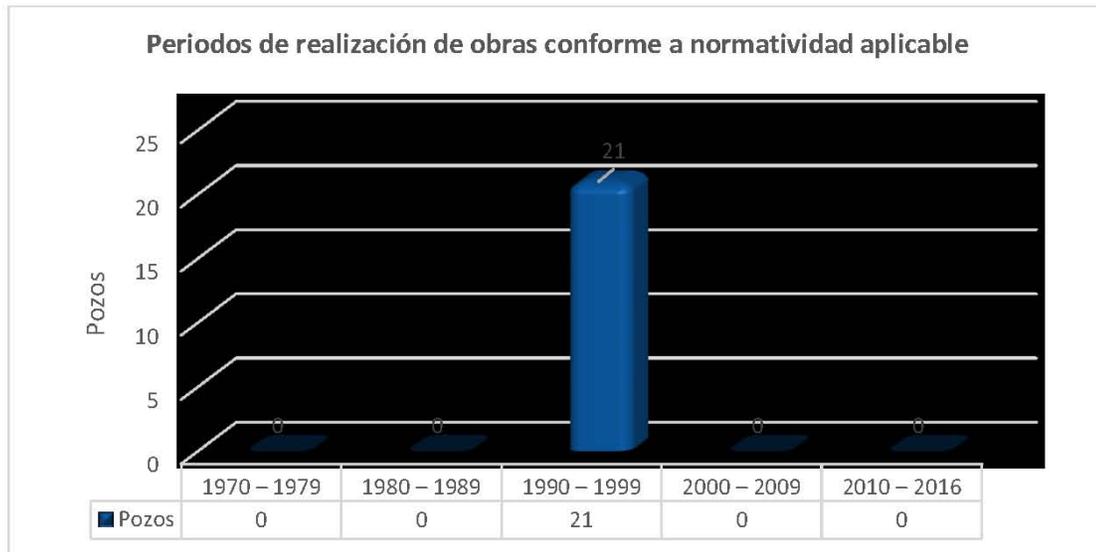
A manera de referencia se realizó un análisis de recapitulación de la infraestructura del Área Contractual Catedral, con respecto de la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 del 10 de octubre de 2007, del “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”, así como la modificación del mismo con el oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1983.09, del 22 de abril de 2009; en los cuales se señalan los términos y condicionantes a los que se deberá sujetar todas y cada una de las actividades existentes y por desarrollarse en el periodo establecido en dicha resolución

de referencia. Cabe señalar, que todas las obras existentes quedaron bajo el amparo de la nueva resolución y en ese sentido se le debió dar cumplimiento en las fases de operación, mantenimiento y abandono.

Para dicho análisis se elaboró una línea de base de la infraestructura que tiene a su resguardo con respecto de la normatividad en materia de impacto y riesgo ambiental, es decir; que se partió de las resoluciones que en materia de impacto ambiental cuenta de 1988 a 2016. A continuación se presenta dicho análisis en la Tabla 8.1.1-16 y Gráfica 8.1.1-12.

Tabla 8.1.1-16.- Análisis de las resoluciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Área Contractual Catedral.

Periodo	Infraestructura y normatividad ambiental aplicable Área Contractual Catedral		
	Antes de 1988	1988 - 2006	2007 - 2016
	No existía normatividad en la materia	Diversas resoluciones	S.G.P.A./DGIRA.DG.2287.07 y S.G.P.A./DGIRA/DG/1983
1980 – 1989	----	-----	-----
1990 – 1999	-----	21	-----
2000 – 2009	-----	---	-----
2010 – 2016	-----	---	-----
TOTAL	-----	-----	-----



Gráfica 8.1.1-12.- Periodos de realización de obras conforme a la normatividad aplicable

8.1.2 Medio Abiótico

8.1.2.1 Climatología

La climatología es una herramienta importante de las investigaciones en ecología y recursos naturales, trabaja en estrecha relación con la meteorología, la primera estudia el clima y la segunda el estado del tiempo en un momento dado; además de que a partir del clima se distribuyen los organismos, comunidades, ecosistemas y los biomas. En las características climáticas de una región, se encuentran intrínsecas las posibilidades de desarrollo de las interacciones entre organismos. Estas interacciones se pueden entender a partir de los dos principales elementos del tiempo y el clima: la temperatura del aire y la precipitación pluvial. Lo anterior motiva y hace necesario incluir en los estudios mencionados a la climatología (Bautista *et. Al.* 2004).

El clima es la síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área dada, caracterizada por las estadísticas basadas en un período largo de las variables referentes al estado de la atmósfera en dicha área (OMM, 1990).

Con base en la definición anterior el clima es el estado medio del tiempo, en donde los elementos son el resultado de la interacción de factores climáticos (latitud, altitud, orografía, circulación general de la atmósfera, distribución de continentes y océanos así como las corrientes marinas). De esta manera las variables climáticas y los elementos nos permiten definir así como caracterizar el clima de un área determinada, además de ser considerados como benéficos o limitantes en las obras que se pretenden realizar en el proyecto.

Por lo anterior el clima es un componente ambiental importante donde se desarrollan las actividades del Área Contractual Catedral, por lo que es fundamental conocer los elementos y distribución de las condiciones que prevalecen en él y, prevenir riesgos por precipitación, temperatura, dirección y velocidad de vientos entre otros la variabilidad espacial, temporal e interrelacionada.

8.1.2.2 Metodología

Las principales fuentes de información para la caracterización climática del Área Contractual Catedral fueron la estación climática Sayula (00007158), de la Comisión Nacional del Agua, ubicada en el municipio de Ostucán, Chiapas, de donde se obtuvieron las variables de: temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evaporación, niebla, tormentas eléctricas y granizo. Para la humedad relativa y dirección y velocidad del viento se utilizó la estación agroclimática Huimanguillo, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicada en el municipio Huimanguillo, Tabasco; son las más cercanas al Área Contractual Catedral. Para determinar el tipo de clima se consideró la carta de climas escala 1: 1,000 000, de acuerdo a Köppen modificado por E. García (INEGI, 1982). En cuanto a la trayectoria y frecuencias de huracanes se utilizó la base de datos del Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida del período 1950-2009.

En la Tabla 1, se presentan los datos de ubicación de las estaciones climatológica y agroclimática utilizadas como referencia para el estudio.

Tabla 8.1.2.1-1.- Localización geográfica de las estaciones utilizadas para la caracterización del Área Contractual Catedral

Estación climatológica	Latitud	Longitud	Altitud/msnm
Estación Climática Sayula, 00007158	17° 23' 00"	093° 25' 00"	180
Estación Agroclimática Huimanguillo	17°5'17.76"	093°23'46.58"	ND

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Comisión Nacional de Agua.

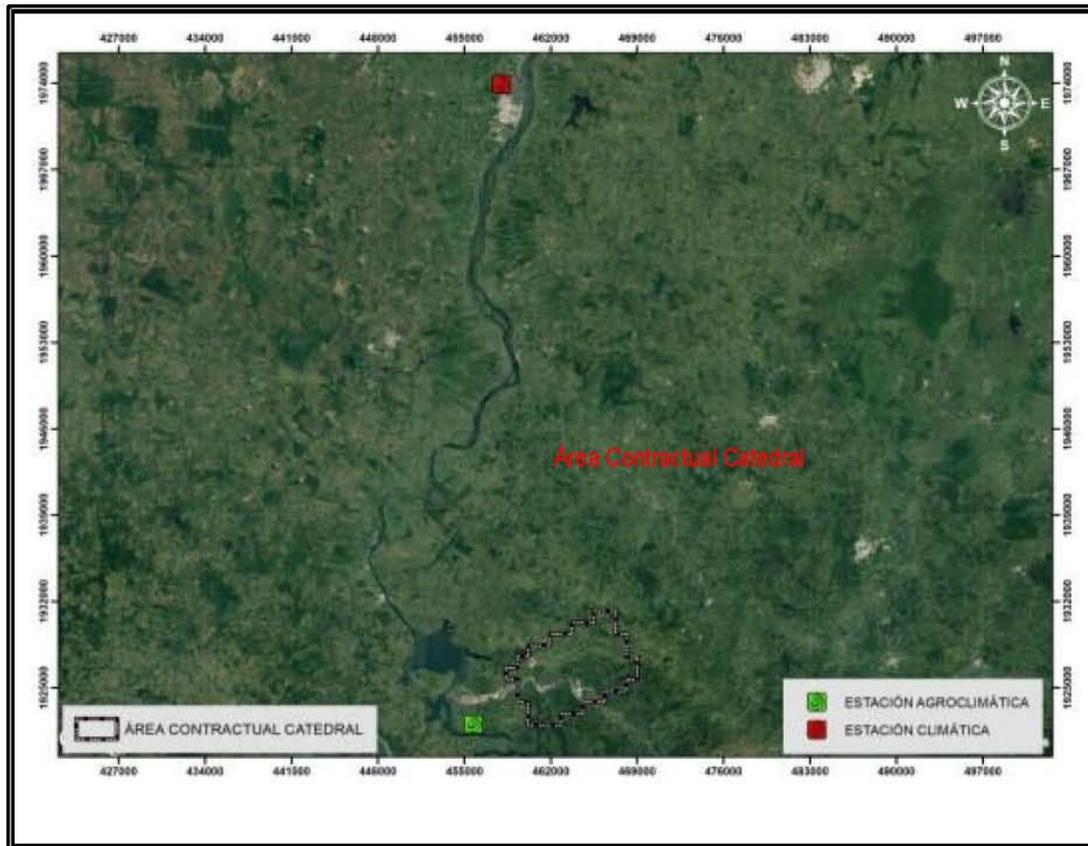


Figura 8.1.2.1-1.- Ubicación de las estaciones: climática Sayula y agroclimática Huimanguillo, utilizadas para la descripción climática del Área Contractual Catedral.

Tipo de clima

En el Plano 3, Figura 1 se presenta el tipo de clima característico del proyecto, de acuerdo con Köppen modificado por E. García (INEGI, 1982), el Área Contractual Catedral presenta un tipo de clima identificado como A(f), es decir, cálido, húmedo, con lluvias todo el año, con temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C.

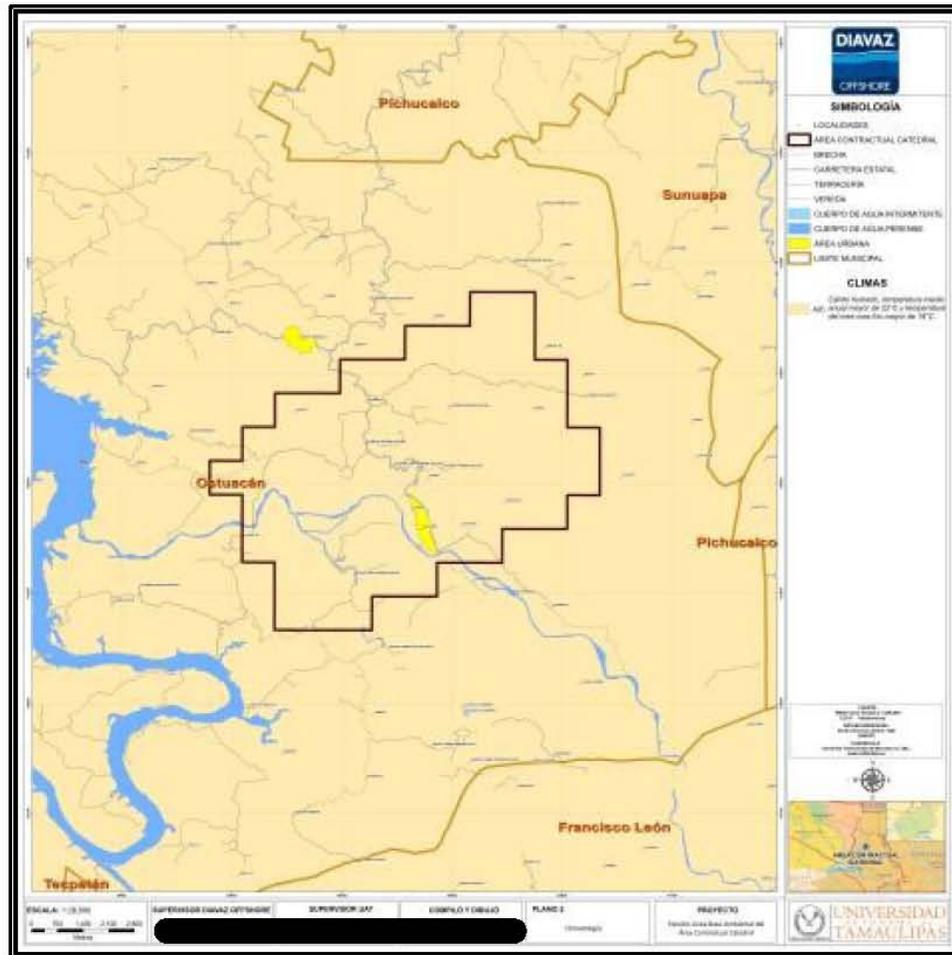


Figura 8.1.2.1-2.- Clima característico del Área Contractual Catedral.

Temperatura

El promedio de temperatura máxima anual para el área de estudio es de 31,4°C, la mínima promedio anual es de 20,5°C y la temperatura promedio de 25,9°C. El mes más caliente es mayo, con una temperatura máxima promedio de 35,8 y los meses más fríos son enero y febrero, ambos con una temperatura mínima promedio de 17,5 °C. Tabla 2.

Tabla 8.1.2.1-2.- Temperaturas promedio mensuales y anuales de la estación climatológica Sayula, para el periodo 1951-2010.

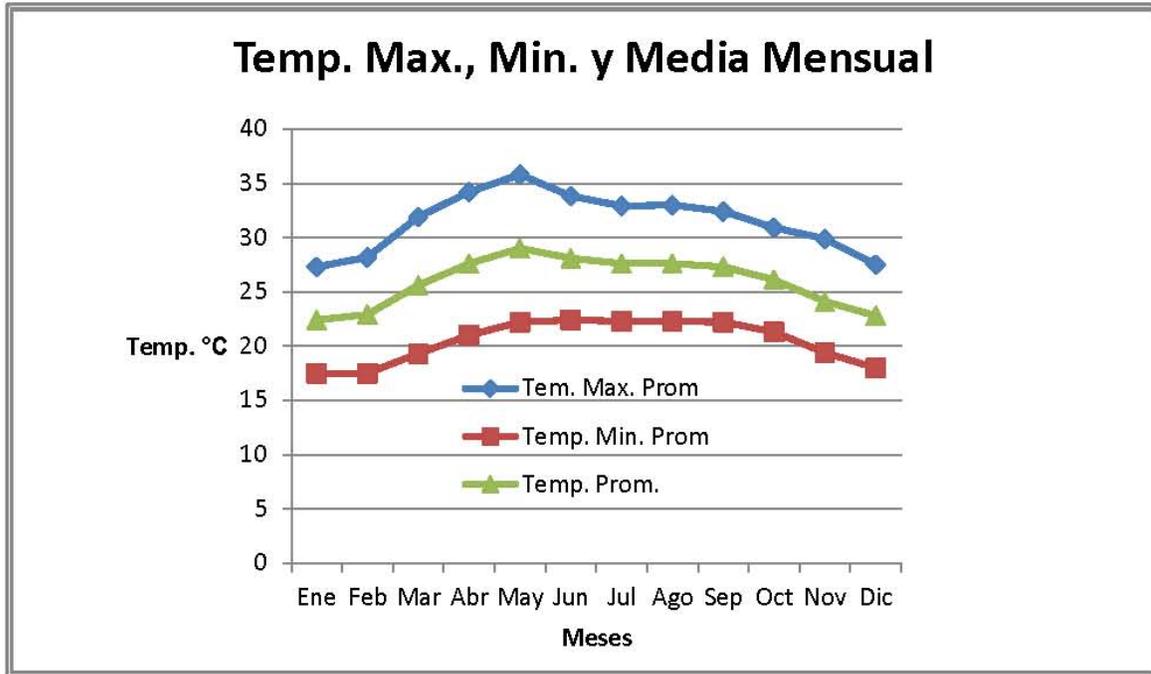
Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
Sayula	Máxima	27,3	28,2	31,9	34,2	35,8	33,8	32,9	33,0	32,4	30,9	28,9	27,5	31,4
	Mínima	17,5	17,5	19,3	21,0	22,2	22,4	22,3	22,2	21,3	19,4	18,0	20,5	20,5
	Media	22,4	22,9	25,6	27,6	29,0	28,1	27,6	27,6	27,3	26,1	24,1	22,8	25,9

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

La temperatura mensual máxima histórica se registró en el mes de mayo de 1975, con 39,7°C. La temperatura mensual mínima histórica se registró en el mes de diciembre de 1973, con 15,5°C.

La temperatura máxima extrema registrada en la estación Sayula es de 45,5°C, se registró el 12 de abril de 1975; la temperatura mínima extrema, 9,0°C, se registró el 21 de diciembre de 1966.

En la Gráfica 1, se muestra la marcha anual de las temperaturas máxima, mínima y media mensuales en la estación Sayula, en donde se observa que en las tres curvas el mes de mayo registra las temperaturas más altas, y los meses de enero y febrero tienen las temperaturas más bajas.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

Gráfica 8.1.2.1-1.- Temperaturas máxima, mínima y media mensual de la estación climatológica Sayula para el período 1951-2010.

Precipitación

La precipitación promedio anual del área de influencia, es de 4,295,6 mm, el mes más lluvioso es octubre con 600,9 mm y el mes más seco es mayo con 148,0 mm. (Tabla 3).

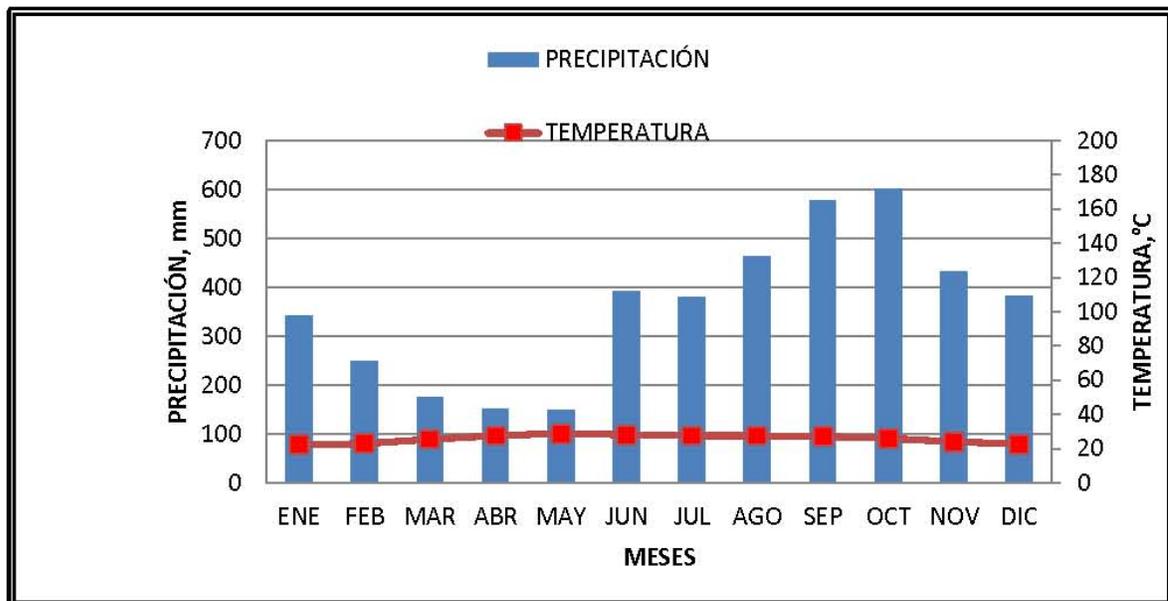
La precipitación máxima mensual histórica en la estación Sayula ocurrió en octubre de 1965, con 982,2 mm; y el día con más lluvia en 24 horas ocurrió el 22 de diciembre del 1967 con 392.0 mm.

Tabla 8.1.2-1-3.-Precipitación promedio mensual y anual de la estación climatológica Sayula para el periodo 1951 - 2010.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Sayula	341,0	250,5	175,2	151,7	148,0	392,4	380,1	464,5	577,3	600,9	431,5	382,5	4,295,6

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

En la Gráfica 2, se presenta el climograma de la estación climatológica Sayula para el período de 1951 a 2010, los meses con menor precipitación son: febrero, marzo, abril y mayo, en tanto que la época de lluvias ocurre a partir de junio a enero; la máxima precipitación ocurre en temporada de huracanes; todo el año hay recarga de agua al suelo.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

Gráfica 8.1.2.1-2.- Climograma para la estación climatológica Sayula para el período 1951- 2010.

Evaporación

En la Gráfica 3, se puede apreciar la evaporación promedio mensual en el área de influencia de la estación climatológica Sayula, en donde el mes con menor evaporación es diciembre con 49,6 mm y la mayor evaporación ocurre en el mes de mayo con 123,7 mm. La evaporación promedio anual es de 992,4 mm.

Tabla 8.1.2.1-4.- Evaporación promedio mensual y anual de la estación climatológica Sayula.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Sayula	49,8	61,4	101,10	110,6	123,7	97,1	96,3	94,4	82,8	71,3	54,4	49,6	992,4

Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

Se observa que la evaporación anual promedio representa el 23,10 % de la precipitación anual promedio.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2016.

Gráfica 8.1.2.1-3.- Evaporación promedio mensual de la estación climatológica Sayula.

Humedad relativa

La humedad relativa es la proporción de vapor de agua real del aire comparado con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a temperatura dada en el sitio, así mismo indica la proximidad a la saturación, representado en porcentaje de 0-100, en donde el cero indica aire totalmente seco y 100 ambiente completamente saturado con presencia de rocío por las mañanas.

El mes con mayor humedad relativa es enero con 91,06 mm y el mes con la menor humedad relativa es abril con 76,22.

Tabla 8.1.2.1-5.- Humedad relativa en la estación agroclimática Huimanguillo.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Huimanguillo	91,06	85,94	81,96	76,22	78,77	84,84	82,19	83,97	ND	ND	ND	ND

Fuente: INIFAP, 2016.

Intemperismos severos

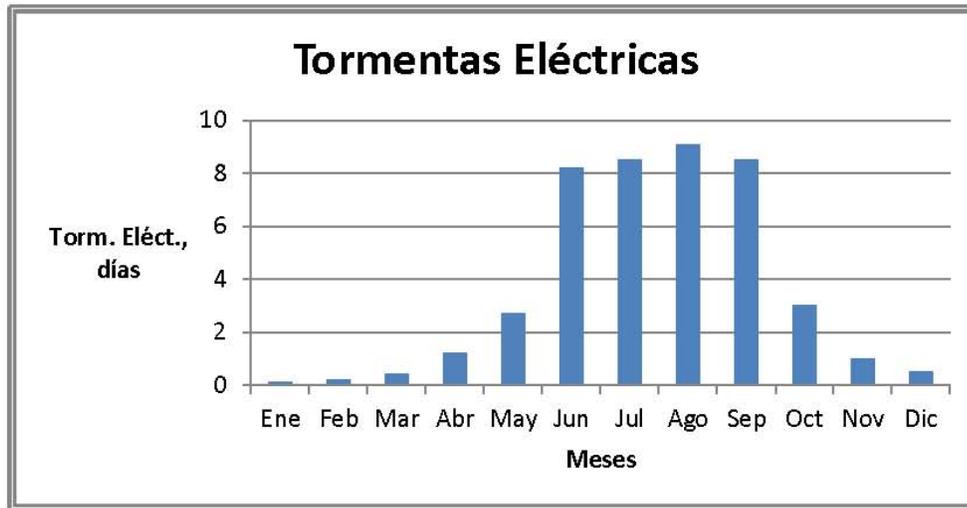
Frecuencia de tormentas eléctricas

En la zona de influencia de la estación climatológica Sayula la incidencia de tormentas eléctricas es alta. Como se aprecia en la tabla 6, de junio a septiembre se acumula una frecuencia de 34,3 de 43,4 que se tienen para todo el año. Gráfica 4.

Tabla 8.1.2.1-6.- Incidencia de tormentas eléctricas en la estación climatológica Sayula.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Sayula	0,1	0,2	0,4	1,2	2,7	8,2	8,5	9,1	8,5	3,0	1,0	0,5	43,4

FUENTE: CONAGUA, 2016.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

Gráfica 8.1.2.1.4.- Número promedio de días con tormentas eléctricas de la estación climatológica Sayula para el periodo 1951-2010

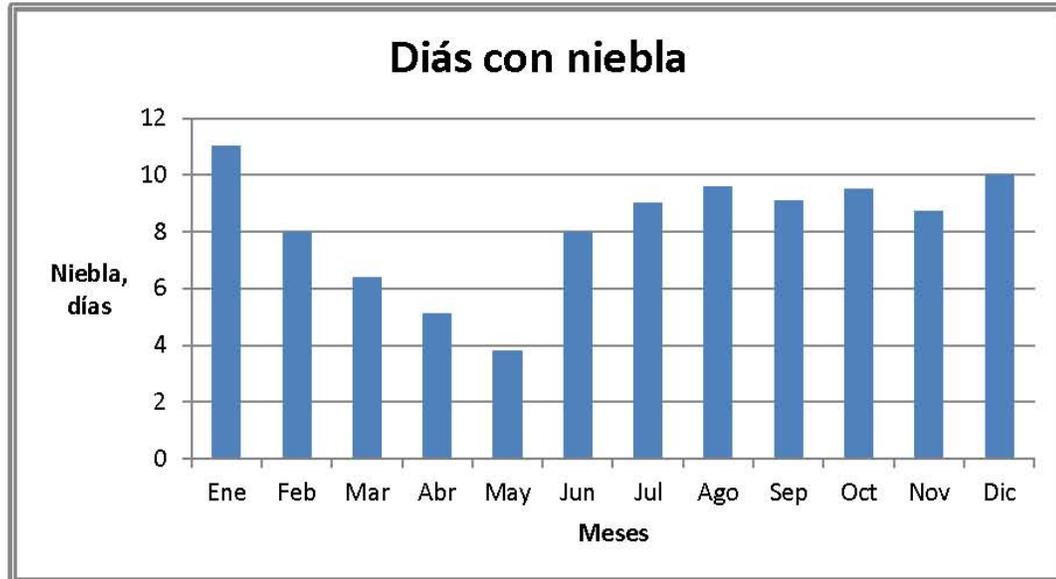
Niebla

La tabla. 7 nos indica que en los alrededores de la estación climatológica Sayula la presencia de días con niebla es alta, 98,2, distribuidos de forma uniforme en los 12 meses del año. Gráfica 5. Esto es debido a que las condiciones de humedad y temperatura hacen que se alcance muy frecuentemente el punto de rocío.

Tabla 8.1.2.1-7.- Días con niebla en la estación climatológica Sayula

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Sayula	11,0	8,0	6,4	5,1	3,8	8,0	9,0	9,6	9,1	9,5	8,7	10,0	98,2

FUENTE: CONAGUA, 2016.



Fuente: Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, 2010.

Gráfica 8.1.2.1-5.- Días con niebla de la estación climatológica Sayula, para el periodo 1981-2010.

Frecuencia de granizadas

Tabla 8.1.2.1-8.- Frecuencia de granizadas en la estación climatológica Sayula.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Sayula	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0

FUENTE: CONAGUA, 2016.

La frecuencia de granizadas en el área de influencia de la estación climatológica Sayula es de 1,0 día por año en promedio, repartido en 0,4 días en enero y 0,6 días repartidos igualmente en marzo, mayo, junio, julio, agosto y diciembre.

Dirección y velocidad de vientos

Los vientos dominantes durante los meses de abril a septiembre son del este al sureste y de octubre a marzo soplan los denominados "nortes".

La estación agroclimática del INIFAP Huimanguillo, ubicada en el municipio del mismo nombre, en el estado de Tabasco, es la más cercana al sitio del proyecto, en donde hay registros de la dirección y velocidad de los vientos.

En la Tabla 9, se reportan las velocidades máximas, promedio mensuales y dirección del viento que predomina en el sistema ambiental de la estación agroclimática Huimanguillo, lo que va del año 2016.

Tabla 8.1.2.1- 9.- Velocidades máximas, promedio mensuales en km/h, de la estación agroclimática del INIFAP Huimanguillo.

Mes	Huimanguillo			
	VV máxima	DV máxima	promedio VV	promedio DV
Enero	15,4	10,3 (N)	1,33	326,16 (NO)
Febrero	22,6	160 (S)	1,56	272,7 (O)
Marzo	19	191 (S)	1,63	223,42 (SO)
Abril	21	211,4 (SO)	1,74	298,59 (NO)
Mayo	11,3	307 (NO)	1,13	319,78 (NO)
Junio	13	193 (S)	1,19	45,46 (NE)
Julio	11,1	154,5 (SE)	1,25	106,5 (E)
Agosto	6,59	181,59 (S)	1,72	236,67 (SO)
Septiembre	ND	ND	ND	ND
Octubre	NC	ND	ND	ND
Noviembre	ND	ND)	ND	ND
Diciembre	ND	ND	ND	ND

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2016.

Trayectorias y frecuencias de huracanes

El Golfo de México y el Mar Caribe se caracterizan por ser generadores de fenómenos meteorológicos que escalan a huracanes muy severos. Los huracanes tropicales ocasionados por las intensas depresiones atmosféricas que se generan en la zona intertropical de convergencia y, que a su vez generan vientos en torbellino de gran magnitud, han alcanzado velocidades de hasta 287 km/h, ubicándose en la categoría (H5). Figura 3.

De acuerdo con el National Weather Service de EE.UU, citado por la CONAGUA en el Atlas Digital del Agua, 2012, el Área Contractual Catedral ha sido afectada por 7 huracanes intensos. (Tabla 10).

Tabla 8.1.2.1-10.- Huracanes intensos que han afectado el Área Contractual Catedral, en el periodo 1970-2011.

Nombre	Lugar de entrada a tierra	Fecha ocurrencia	Velocidad máxima (km/hora)	Categoría
Carmen	Punta Herradura, Q.R.	29/08/1974	222	H4
Gilbert	Puerto Morelos, Q.R.	08/09/1988	287	H5
Roxanne	Tulum, Q.R.	08/10/1995	185	H3
Isidore	Tel Chac, Yuc.	18/09/2002	205	H3
Emily	20 km N de Tulum, Q.R.	10/07/2005	215	H4
Wilma	Cozumel-Playa del Carmen, Q.R.	15/10/2005	230	H4
Dean	Puerto Bravo, Q.R.	13/08/2007	260	H5

Fuente: CONAGUA, 2012.

Tabla 8.1.2.1-11.- Escala de Huracanes Saffir-Simpson, del Centro Nacional de Huracanes.

Clave	Nombre	Velocidad
DT	Depresión tropical	Menor de 62 km/h
TT	Tormenta Tropical	63-118 km/h
H1	Categoría 1	119-153 km/h
H2	Categoría 2	154-177 km/h
H3	Categoría 3	178-208 km/h
H4	Categoría 4	209-251 km/h
H5	Categoría 5	Más de 252 km/h

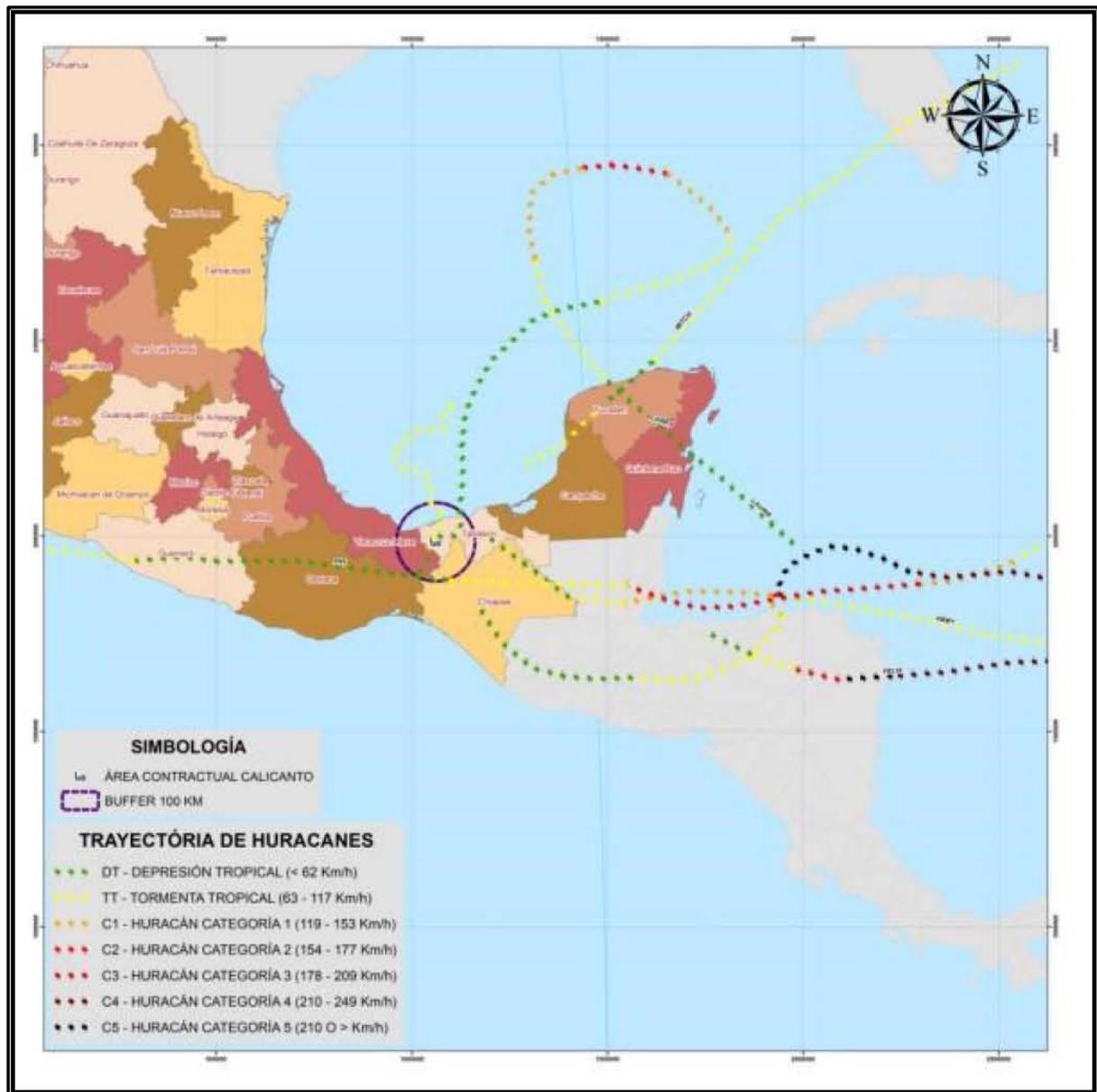


Figura 8.1.2.1-3.- Ubicación del sitio del proyecto, con respecto a la trayectoria de huracanes que tocaron o se acercaron a menos de 100 km del Área Contractual Catedral.

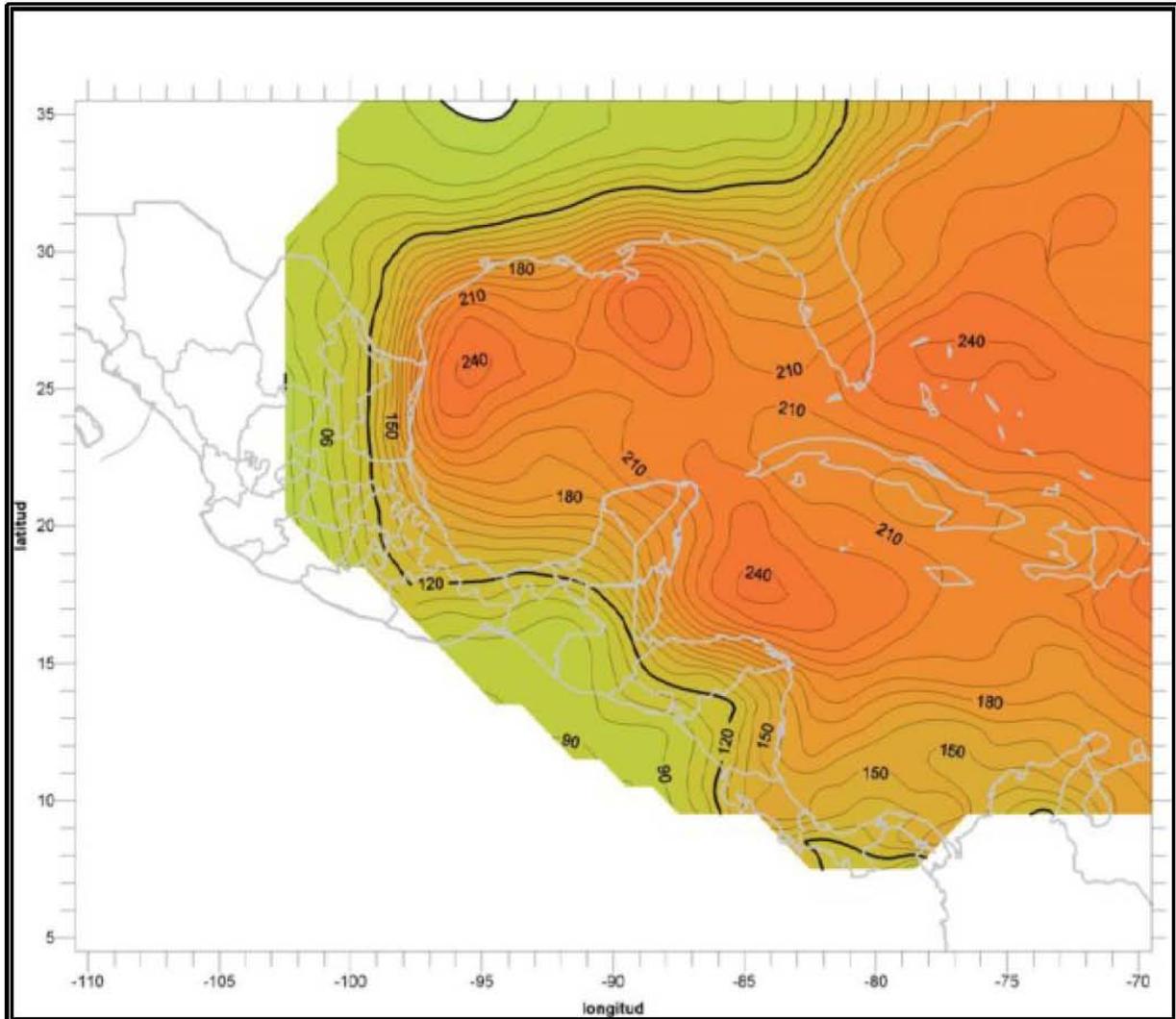


Figura 8.1.2.1-4.- Velocidad de vientos máximos sostenidos en km/h de ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).

Por lo anterior, la probabilidad de un riesgo por incidencia de altas velocidades de viento en la trayectoria del proyecto es alta. Figura 4.



Calidad del aire

Es el “estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados, cuyos niveles máximos de concentración se establecen en las normas oficiales mexicanas y que son catalogados por un índice estadístico atendiendo sus efectos en la salud humana”, de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Diario Oficial de la Federación, 18 de junio de 2012.

La mala calidad del aire tiene un impacto negativo en el desarrollo social y económico, afectando la competitividad económica de los países. La mala salud resultante de la contaminación del aire cuesta billones de dólares anualmente, a nivel mundial, en costos médicos y pérdida de productividad.

Los contaminantes del aire se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos (EEUU), con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Actualmente el término “contaminantes criterio” ha sido adoptado en muchos países. Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente.

El monitoreo de la calidad del aire se debe llevar a cabo de una manera continua para poder observar los cambios en las concentraciones de los contaminantes con el tiempo, y se define como el conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua y sistemática las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire. Esto lo hace diferente al muestreo y análisis de contaminantes.

El monitoreo sirve de herramienta para la identificación y evaluación de problemas de la calidad del aire (OMS, 2000). El monitoreo, junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, son parte integral de la gestión de la calidad del aire.

Una estación de monitoreo consiste en una caseta que contiene, como se mencionó, diversos equipos, como analizadores automáticos, monitores, sensores meteorológicos, entre otros, destinados a monitorear las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y, por lo general, algunos parámetros meteorológicos; con la finalidad de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

El objetivo del monitoreo es determinar, de fondo, la calidad del aire en el Área Contractual Catedral y su zona de influencia; durante un período de 24 horas continuas.

Contaminantes criterio

Material particulado (PM10 y PM2.5)

Es una mezcla de partículas sólidas y líquidas minúsculas, que se encuentran en el aire que respiramos. Del material particulado, las partículas “finas” o más pequeñas (aquellas con un diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros o PM2.5) son especialmente dañinas, puesto que pueden penetrar profundamente en los pulmones, donde pueden causar inflamación y empeoramiento de condiciones cardíacas o pulmonares; lo que puede ocasionar una muerte prematura. Las partículas tienen distintos tamaños y formas, y pueden formarse a partir de cientos de diferentes químicos, algunos de los cuales poseen propiedades carcinogénicas. Algunas partículas, conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente por una fuente, por ejemplo, los automóviles, autobuses y camiones de carga, industrias, ciertos comercios, obras de construcción, vías sin pavimentar, chimeneas, humo de cigarrillo o incendios. Otras, nombradas partículas secundarias, son formadas por medio de complicadas reacciones en la atmósfera, a partir de otros químicos emitidos por plantas de generación de energía, industrias y automóviles. Además de sus impactos en la salud, las partículas contienen una gran proporción de carbón

negro (u hollín), el cual es el componente del material particulado que más luz absorbe e, igual que otros contaminantes que afectan la salud, es formado en la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa; aunque es un contaminante de corta vida, esto es, permanece en la atmósfera por sólo una a cuatro semanas, sus efectos en el clima son de carácter primordialmente regional.

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Es un gas que, en altas concentraciones, puede irritar las vías aéreas de los pulmones, empeorando los síntomas de aquellas personas que sufren enfermedades pulmonares. También contribuye a la formación de ozono troposférico y material particulado fino. Es formado como resultado de la quema de combustibles fósiles a temperaturas altas. Sus principales fuentes de emisión son los automóviles y otras fuentes móviles, y las calderas de las plantas de generación de energía. Otras fuentes pueden abarcar las calderas industriales, la manufactura de vidrio, las refinerías de petróleo y la manufactura de ácido nítrico. Algunas fuentes naturales o biogénicas de óxidos de nitrógeno incluyen relámpagos, incendios forestales, incendios de pastizales, árboles, arbustos, grasas y levaduras.

Dióxido de azufre (SO₂)

Como el NO₂, es un gas que puede exacerbar los síntomas de aquellos individuos que sufren enfermedades respiratorias o cardíacas. Es primordialmente formado en la combustión de combustibles fósiles en las plantas generadoras de energía y en otras instalaciones industriales, así como en fuentes móviles en un menor grado; y por consiguiente es un problema en algunas áreas urbanas e industriales.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono se forma durante la combustión incompleta del material orgánico. En altas concentraciones puede provocar asfixia, debido a que la hemoglobina de la sangre tiene una gran afinidad por este compuesto, compitiendo con el oxígeno durante la respiración. La exposición prolongada a concentraciones moderadas puede provocar desde dolor de cabeza hasta la pérdida del conocimiento. La



presencia de monóxido de carbono en altas concentraciones dentro de espacios cerrados y con poca ventilación, puede provocar una intoxicación grave e incluso la muerte.

Normatividad

Las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental (NOM), establecen los límites máximos permisibles para la protección de la salud pública contra los daños ocasionados por la contaminación. Su creación, revisión y actualización es competencia de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal. Los límites se definen de acuerdo a la evidencia científica sobre los efectos de la contaminación en la salud humana.

En el monitoreo de la calidad del aire se emplean dos tipos de normas: las NOM de salud ambiental que establecen los límites permisibles para los contaminantes criterio, y las NOM técnicas que definen los métodos de medición de los contaminantes criterio.

Todo el proceso de monitoreo de la calidad del aire se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Diario Oficial de la Federación, 18 de junio de 2012.

Los valores que se toman como referencia para comparar los obtenidos por el monitoreo, son los establecidos en las siguientes normas (Tabla X):

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de

azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación, 4 de agosto de 2014.

Tabla 8.1.2.1-12.- Niveles máximos permisibles para los parámetros a monitorear

Contaminante	Norma	
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm Promedio móvil de ocho horas
Bióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2010	0,110 ppm Promedio de 24 horas 0,025 ppm Promedio anual 0,200 ppm Promedio de ocho horas
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-1993	0,210 ppm Promedio horario, máximo una vez al año
PM-10	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m ³ Promedio de 24 horas 40 µg/m ³ Como promedio anual
PM – 2.5	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m ³ Como promedio de 24 horas 12 µg/m ³ Como promedio anual

Los métodos aplicados para la medición de los parámetros monitoreados son los establecidos en las siguientes normas (Tabla XX):

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

NOM-038-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Tabla 8.1.2.1-13.- Métodos analíticos utilizados

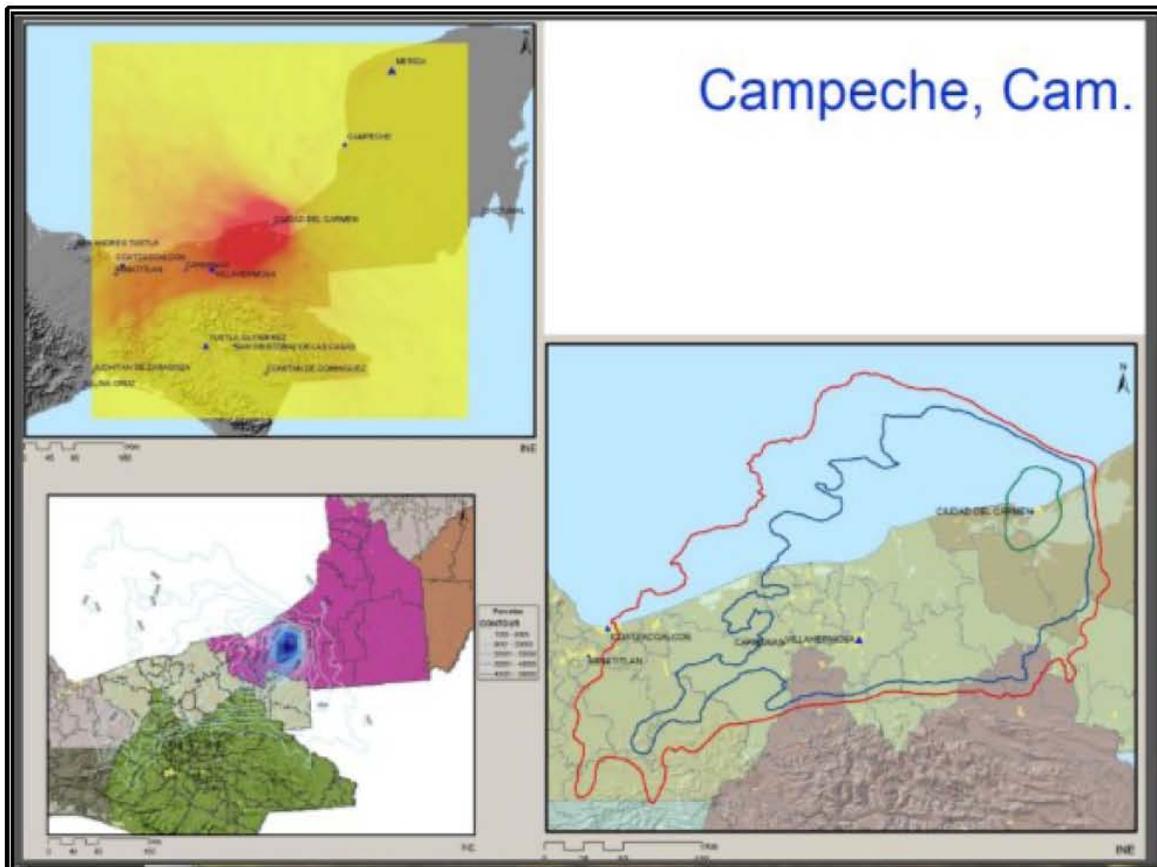
Parámetro	Método de evaluación	NORMA Oficial Mexicana
Bióxido de azufre (SO ₂)	Fluorescencia	NOM-038-SEMARNAT-1993
Monóxido de carbono (CO)	Infrarrojo no dispersivo	NOM-034-SEMARNAT-1993
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	Quimioluminiscencia	NOM-037-SEMARNAT-1993
Partículas suspendidas totales (PST)	Muestreo de alto volumen	NOM-035-SEMARNAT-1993
Partículas suspendidas finas (PM-10 y 2.5)	Muestreo de bajo volumen	Dichotomus sampler Method EPA Reference RFPS-0789-073

Calidad del aire a nivel regional

Así como quedó establecido en la metodología autorizada, se buscó la pertenencia del Área Contractual Catedral a una cuenca atmosférica; encontramos que no se encuentra propiamente dentro de los límites de alguna de las cuencas atmosféricas definidas hasta ahora, pero sí bajo la influencia de la cuenca atmosférica Campeche, Figura X.

No existen antecedentes de monitoreos de la calidad del aire previos en esta zona.

Figura 8.1.2.1-5.- Patrón de dispersión, densidad de parcelas de viento y límites probables de la cuenca atmosférica Campeche.



Fuente: Identificación de Cuencas Atmosféricas en México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007.

Monitoreo de la calidad del aire Área Contractual Catedral

Se estableció un sitio de monitoreo para identificar las concentraciones de fondo de los contaminantes criterio a determinar.

Los criterios para la selección del sitio de monitoreo fueron:

- 1) La ubicación del Área Contractual Catedral, que aunque fuera de los límites de la Cuenca Atmosférica Campeche, está aún bajo la influencia de ésta.
- 2) Dirección de los vientos dominantes.
- 3) Ubicación cercana de casas habitadas, cuyos habitantes pudieran ser afectados por algún detrimento en la calidad del aire.
- 4) Existencia de instalaciones petroleras en las cuales si existieran emisiones a la atmósfera podrían influenciar la calidad del aire.

En la Tabla XX y Figura XX se presentan las coordenadas y localización del sitio que mejor cumplió con los criterios establecidos.

Tabla 8.1.2.1-14.- Coordenadas del sitio de monitoreo de la calidad del aire.

SITIO ÚNICO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ÁREA CONTRACTUAL CATEDRAL	
COORDENADAS UTM	
X	Y
462847.97	1928383.85

Figura 8.1.2.1-6 .-Ubicación del sitio de monitoreo dentro del Área Contractual Catedral.



La unidad móvil de monitoreo está conformada por los siguientes equipos: Analizador de óxidos de nitrógeno, analizador de bióxido de azufre, analizador de monóxido de carbono, muestreador de partículas alto volumen, kit de calibración para muestreadores de alto volumen, generador de aire cero, estación meteorológica, módulo calibrador de gases, lap top, muestreador de bajo volumen (dicotomo) y difusor, montados en un vehículo tipo van. En el Anexo E se presentan la marca, modelo y características de cada uno de estos equipos.

De acuerdo con la metodología autorizada, los parámetros que fueron registrados son óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, bióxido de azufre, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10

micrómetros, partículas menores a 2.5 micrómetros, temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, dirección y velocidad del viento.

Los días anteriores al monitoreo se registraron lluvias intensas; durante el monitoreo se presentó una leve llovizna; los alrededores al sitio de monitoreo son superficies sembradas con gramíneas perennes, verdes todo el año, y relictos de selva alta perenifolia.

El monitoreo de 24 horas continuas inició a las 12:45 horas del día 26 de octubre de 2016 y terminó a las 12:45 horas del día siguiente (27 de octubre).



Fotografía 8.1.2.1-1.- Montaje de la unidad de monitoreo. **Fotografía 2.** Equipo instalado. **Fotografía 3.** Analizadores de gases. **Fotografía 4.** Desmonte los equipos, limpieza y abandono del sitio de monitoreo.

Resultados

Parámetros meteorológicos

En la Tabla 8.1.2.1.15.- se presentan la velocidad y dirección del viento durante las 24 horas de monitoreo, como se observa los vientos estuvieron muy cambiantes, en el día predominaron los vientos del suroeste y por la noche los del noreste; con lapsos cortos de tiempo en cada caso de vientos del este, sur, norte, sureste, oeste y noroeste; hubo inestabilidad atmosférica, típica de las etapas tempranas de la temporada de "nortes".

Tabla 8.1.2.1.15.- dirección y velocidad del viento

TIEMPO HORAS	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	W.D. GRADOS	DIRECCION PROVENIENTE DEL VIENTO
13:45	4.4	149	SE
14:45	4.4	176	S
15:45	7.1	232	SW
16:45	7.9	209	SW
17:45	7.1	258	W
18:45	4.4	236	SW
19:45	9.8	95	E
20:45	8.3	32	NE
21:45	8.9	35	NE
22:45	8.5	16	N
23:45	8.5	63	E
00:45	5.2	21	NE
01:45	5.2	32	NE
02:45	4.7	25	N
03:45	4.8	30	NE
04:45	5.2	22	NE
05:45	7.5	68	E
06:45	4.6	315	NW
07:45	4.2	266	W
08:45	4.7	226	SW
09:45	5.1	157	SE
10:45	4.0	186	S
11:45	4.3	215	SW
12:45	4.6	217	SW
PROM EDIO	5.97	*****	*****

SW=Suroeste, SE=Sureste, S=Sur, W=Oeste, E=Este, NE=Noreste, N=Norte

Temperatura y humedad relativa

En la Tabla XXXXX presenta la temperatura y la humedad relativa que se registraron en las 24 horas de monitoreo.

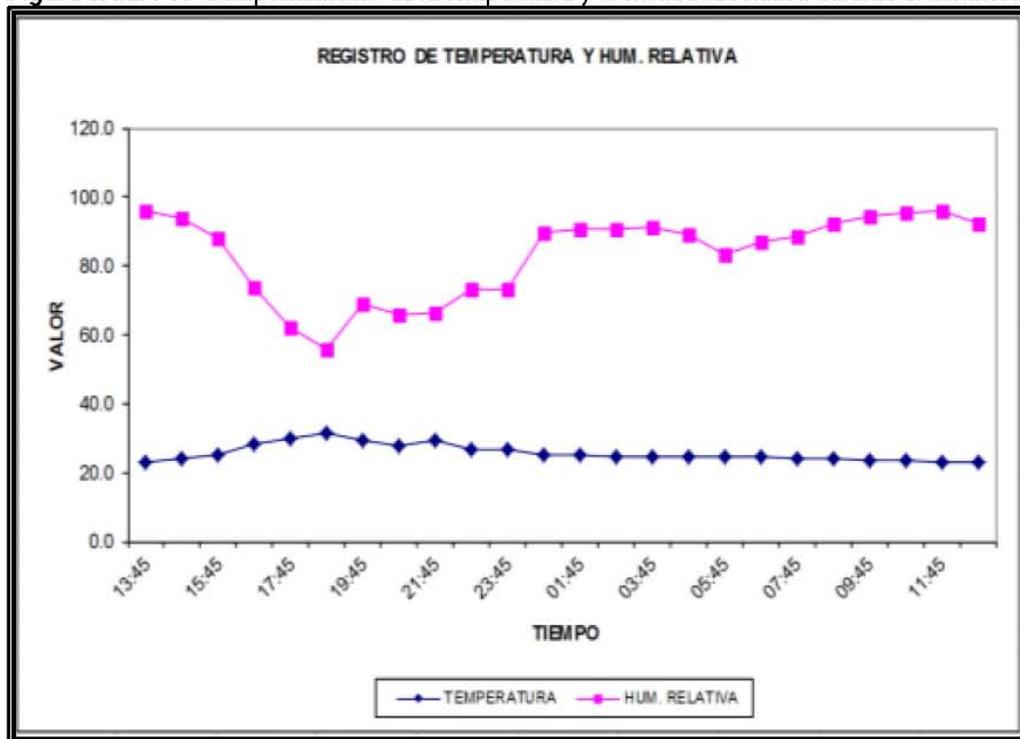
Se registró una temperatura promedio de 25,7 °C, en un rango de 23,0 a 31,5 °C; la humedad relativa promedio fue de 83,2 %, con un rango de 55,8 a 96,2%.

Tabla 8.1.2.1-16.- Registro de temperatura y humedad relativa

TIEMPO HORAS	TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %
13:45	23.0	96.2
14:45	24.2	94.0
15:45	25.3	88.0
16:45	28.1	73.8
17:45	29.9	62.2
18:45	31.5	55.8
19:45	29.2	69.0
20:45	27.7	65.7
21:45	29.2	66.3
22:45	26.7	73.4
23:45	26.7	73.4
00:45	25.2	89.7
01:45	24.9	90.4
02:45	24.8	90.9
03:45	24.7	91.2
04:45	24.7	89.0
05:45	24.7	83.1
06:45	24.4	87.0
07:45	24.1	88.7
08:45	24.2	92.1
09:45	23.4	94.2
10:45	23.6	95.5
11:45	23.2	96.0
12:45	23.1	92.5
PROMEDIO	25.7	83.2

En la Figura 8.1.2.1-7 se presenta el comportamiento a través de las 24 horas de la temperatura y la humedad relativa; la temperatura tuvo un registro más regular que la humedad relativa, que registró un marcado nivel mínimo a las 18:00 horas.

Figura 8.1.2.1-7.- Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el monitoreo



Presión atmosférica

La presión atmosférica se mantuvo en un rango de 1012 a 1017 mBar (milibares).

Partículas suspendidas totales

Se obtuvo un promedio de $63,5 \mu/m^3$ de partículas suspendidas totales durante las 24 horas que duró el monitoreo. Éstas han dejado de ser un parámetro criterio, por lo que no existe un valor de referencia para comparar estos resultados.

Partículas menores a 10 micrómetros

Se obtuvieron $22,4 \mu/m^3$ en promedio de 24 horas; el límite máximo permisible indicado en la NOM-025-SSA1-2014 es de $75,0 \mu/m^3$, por lo que este parámetro cumple con esta norma.

Partículas menores a 2.5 micrómetros

Se registraron $16,9 \mu/m^3$ en promedio de 24 horas; el límite máximo permisible marcado por la NOM-025-SSA1-2014 es de $45,0 \mu/m^3$, por lo que este parámetro en el Área Contractual Catedral cumple con esta norma.

En la Tabla 8.1.2.1.-17 se presentan los resultados obtenidos en el monitoreo del material particulado en esta área contractual y los límites máximos permitidos por la NOM-025-SSA1-2014.

Tabla 8.1.2.1-17.- Resultados del monitoreo de las partículas y especificaciones de acuerdo a la NOM-025-SSA1-2014

Sitio Área Contractual Catedral			
Parámetros	PST, μ/m^3	PM-10, μ/m^3	PM-2.5, μ/m^3
Resultados	63,5	22,4	16,9
Límite Máximo Permisible (NOM-025-SSA1-2014)		75,0	45,0

Óxidos de nitrógeno

La NOM-023-SSA1-1993 indica un límite máximo permisible de $395 \mu/m^3$ de bióxido de nitrógeno en promedio de una hora máximo una vez al año. Se registraron también los óxidos de nitrógeno en general y el monóxido de nitrógeno pero éstos no están normados.

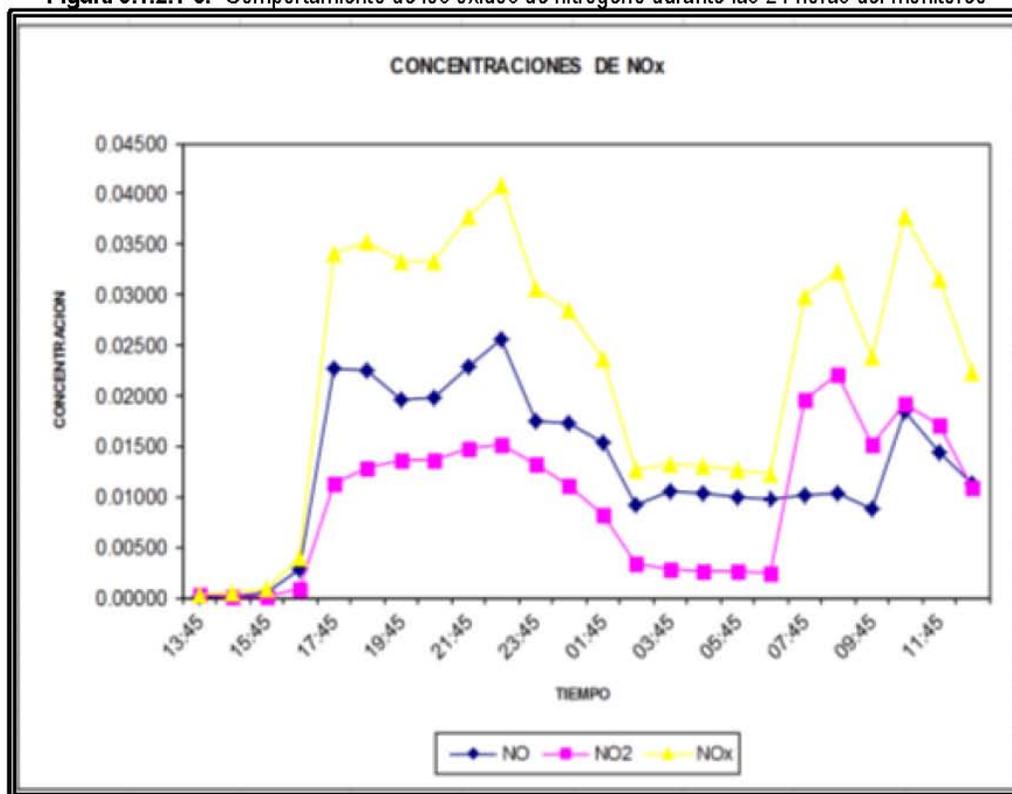
En la Tabla 8.1.2.1-18 se presentan los resultados obtenidos, en donde se observa que ninguna de las lecturas de cada una de las 24 horas se rebasa el límite máximo permisible; el promedio de 24 horas fue de 18,278 μm^3 .

Tabla 8.1.2.1-18.- Resultados del monitoreo de óxidos de nitrógeno

TIEMPO HORAS	NO $\mu\text{m ol/m ol}$	NO ₂ $\mu\text{m ol/m ol}$	NO _x $\mu\text{m ol/m ol}$	NO ₂ $\mu\text{g/m}^3$
13:45	0.00001	0.00020	0.00025	0.370
14:45	0.00009	0.00010	0.00046	0.186
15:45	0.00048	0.00011	0.00078	0.212
16:45	0.00275	0.00093	0.00389	1.748
17:45	0.02277	0.01133	0.03410	21.298
18:45	0.02248	0.01284	0.03533	24.145
19:45	0.01965	0.01364	0.03329	25.638
20:45	0.01971	0.01354	0.03325	25.450
21:45	0.02292	0.01479	0.03770	27.798
22:45	0.02559	0.01524	0.04083	28.654
23:45	0.01740	0.01322	0.03063	24.860
00:45	0.01736	0.01114	0.02850	20.941
01:45	0.01531	0.00826	0.02357	15.526
02:45	0.00914	0.00343	0.01257	6.443
03:45	0.01045	0.00285	0.01330	5.356
04:45	0.01040	0.00259	0.01299	4.868
05:45	0.01002	0.00257	0.01259	4.826
06:45	0.00972	0.00249	0.01221	4.681
07:45	0.01021	0.01962	0.02983	36.879
08:45	0.01028	0.02204	0.03232	41.438
09:45	0.00878	0.01509	0.02387	28.378
10:45	0.01852	0.01924	0.03775	36.176
11:45	0.01440	0.01708	0.03148	32.114
12:45	0.01129	0.01100	0.02230	20.686
PROMEDIO	0.01291	0.00972	0.02266	18.278

En la Figura 8.1.2.1-8 se presenta una gráfica con la representación del comportamiento de los óxidos de nitrógeno a través de las 24 horas de monitoreo. Ahí se observa que los tres parámetros analizados tienen un comportamiento similar a lo largo del día. Se presentan dos picos de máximas concentraciones, a las 22:00 y a las 10:00 horas. Sin embargo, como se comentó, no rebasan el límite máximo permitido.

Figura 8.1.2.1-8.- Comportamiento de los óxidos de nitrógeno durante las 24 horas del monitoreo



Bióxido de azufre

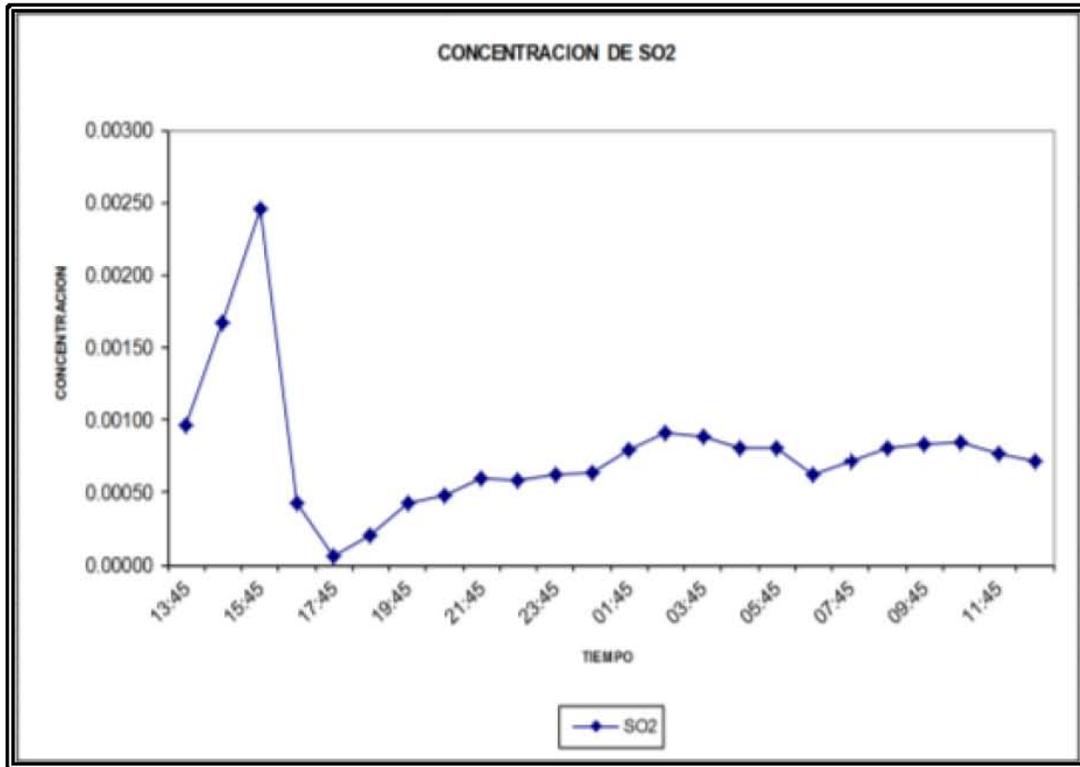
El límite máximo permisible de bióxido de azufre establecido en la NOM-022-SSA1-1993 es de 288 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un promedio de 24 horas y de 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un promedio anual. Como se observa en la Tabla XXXXX, el promedio de las 24 horas monitoreadas para este parámetro es de 2,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que está muy por debajo del límite máximo indicado en la norma.

Tabla 8.1.2.1-19.- Registro de bióxido de azufre

TIEMPO HORA	SO ₂	
	µmol/mol	µg/m ³
13:45	0.00097	2.5
14:45	0.00167	4.4
15:45	0.00245	6.4
16:45	0.00043	1.1
17:45	0.00007	0.2
18:45	0.00021	0.5
19:45	0.00043	1.1
20:45	0.00048	1.3
21:45	0.00060	1.6
22:45	0.00059	1.5
23:45	0.00062	1.6
00:45	0.00063	1.7
01:45	0.00079	2.1
02:45	0.00091	2.4
03:45	0.00088	2.3
04:45	0.00081	2.1
05:45	0.00081	2.1
06:45	0.00062	1.6
07:45	0.00071	1.9
08:45	0.00081	2.1
09:45	0.00084	2.2
10:45	0.00085	2.2
11:45	0.00077	2.0
12:45	0.00071	1.9
PROMEDIO	0.0008	2.03

La Figura 8.1.2.1-9 presenta el comportamiento de las concentraciones de bióxido de azufre durante las 24 horas de monitoreo; se presenta un pico de máxima concentración a las 16:00 horas, pero no rebasa el límite máximo normado.

Figura 8.1.2.1-9.- Comportamiento del bióxido de azufre durante las 24 horas del monitoreo



Monóxido de carbono

El límite máximo permisible de monóxido de carbono señalado en la NOM-021-SSA1-1993 es de 12 595 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en promedio móvil de 8 horas una vez al año.

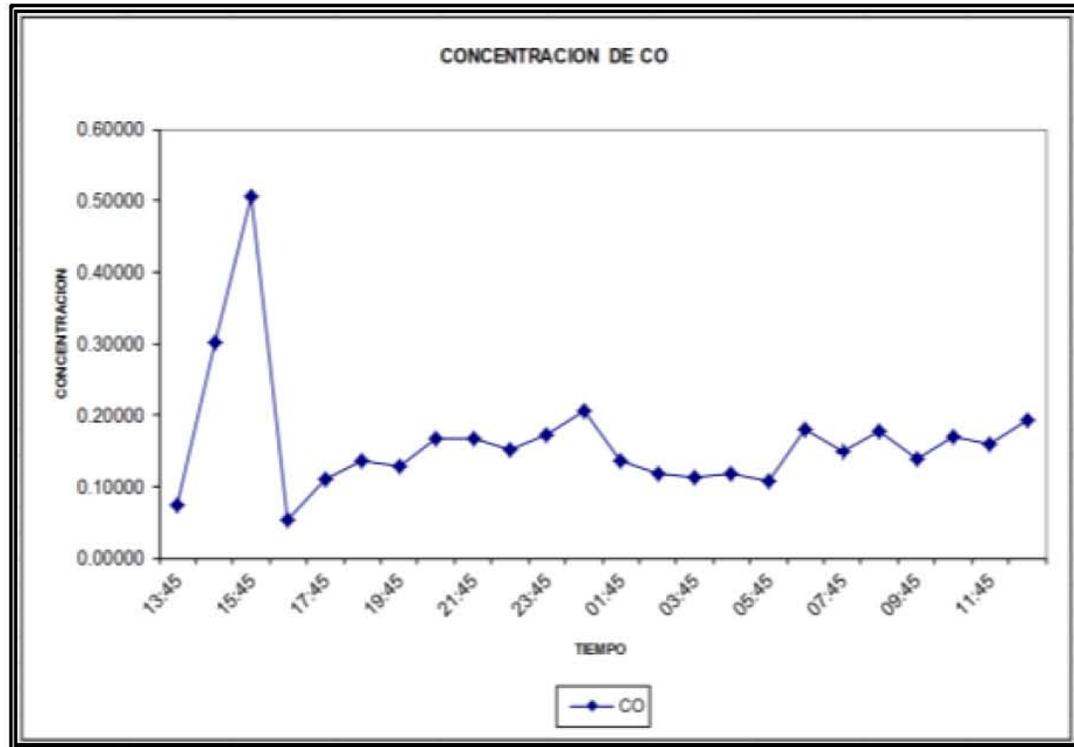
La Tabla XXXXX presenta las concentraciones de cada hora durante las 24 horas monitoreadas; el promedio registrado para las 24 horas es de 187.346 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, esto está dentro del límite de la norma.

Tabla 8.1.2.1-20.- Registro de monóxido de carbono

TIEMPO HORAS	CO $\mu\text{mol/mol}$	CO $\mu\text{g/m}^3$	CO $\mu\text{mol/mol}$
13:45	0.07311	83.706	-----
14:45	0.30072	344.329	-----
15:45	0.50532	578.591	-----
16:45	0.05399	61.820	-----
17:45	0.10898	124.784	-----
18:45	0.13658	156.383	-----
19:45	0.12858	147.225	-----
20:45	0.16590	189.950	-----
21:45	0.16795	192.299	0.18415
22:45	0.15008	171.839	0.19600
23:45	0.17172	196.624	0.17717
00:45	0.20499	234.715	0.13547
01:45	0.13650	156.289	0.15435
02:45	0.11790	134.993	0.15779
03:45	0.11133	127.475	0.15545
04:45	0.11871	135.928	0.15330
05:45	0.10755	123.142	0.14740
06:45	0.17989	205.969	0.13985
07:45	0.15000	171.745	0.14357
08:45	0.17636	201.932	0.14086
09:45	0.13835	158.412	0.13728
10:45	0.16976	194.370	0.13751
11:45	0.15963	182.775	0.14399
12:45	0.19301	220.999	0.15003
PROMEDIO	0.16362	187.346	0.15339

La gráfica 8.1.2.1-6 Nos muestra el comportamiento de las concentraciones de monóxido de carbono a lo largo de las 24 horas de monitoreo; se observa un pico de máxima concentración, a las 16:00 horas, por debajo del límite máximo señalado en la norma.

Figura 8.1.2.1-6.- Comportamiento del monóxido de carbono durante las 24 horas del monitoreo



Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La concentración de partículas PM-10 y PM-2.5 se encuentran dentro del límite máximo permisible especificado en la norma la NOM-025-SSA1/2014.

El promedio de las concentraciones de gases (S02, N02 y CO) se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles especificados en la normas NOM-021-SSA1/1993, NOM-022- SSA1/1993 y NOM-023-SSA 1/1993, respectivamente.



La calidad del aire en el Área Contractual Catedral es buena, para los parámetros analizados y de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas actuales.

8.1.2.2 Suelos

El suelo es un cuerpo natural localizado en la superficie terrestre que es capaz de soportar plantas en forma natural. Es dinámico, cambia con el tiempo y en el espacio, contiene material mineral y orgánico no consolidado. Un suelo difiere del material del cual se ha formado en características físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1997), citado en (Bautista *et al*, 2004).

La formación de un suelo es un proceso largo que dura de cientos a miles de años, por lo que este recurso debe considerarse como no renovable. Los suelos constituyen el medio natural en donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas, en él se inicia y termina la cadena alimenticia: las plantas toman de ahí nutrimentos, los herbívoros necesitan de las plantas para vivir, en tanto que los consumidores secundarios, los carnívoros, requieren de los herbívoros para su subsistencia. Cuando plantas, herbívoros y carnívoros mueren los desintegradores los descomponen y se reciclan los nutrimentos. Si se corta la base de la cadena, se altera fuerte e irremediablemente al ecosistema (Bautista y Estrada, 1998).

Las necesidades actuales de la sociedad van más allá de la simple producción de alimentos, hoy en día se debe de ordenar el territorio para lograr el adecuado uso del suelo y optimizar costos, además de ser más rentable. Esta necesidad demanda una adecuada utilización de los recursos de manera sustentable, con el fin de conservar y garantizar el patrimonio natural.

Por tal motivo el suelo es un componente ambiental importante que puede ser afectado por las actividades del proyecto, por lo que es preciso conocer las características físicas y químicas así como el estado de fertilidad, estabilidad y procesos de erosión que existen en el Área Contractual Catedral.

8.1.2.2.1 Metodología

La identificación de los tipos de suelos presentes en el Área Contractual Catedral, se realizó considerando la carta edafológica escala 1: 250 000 del INEGI (Serie II Abril, 2008), bajo los criterios de clasificación de suelos FAO/UNESCO 1988, complementada con verificación en campo, consistente en la realización y descripción de perfiles de suelos, mediante pozos a cielo abierto a profundidad efectiva de acuerdo al uso de suelo. Los criterios para definir y ubicar los puntos de muestreo fueron a través de selección de unidades de suelo principalmente considerando la topografía y la vegetación. Se realizó la descripción de los parámetros físicos en campo, análisis físicos y químicos en laboratorio de las muestras colectadas, bajo la metodología propuesta por Cuanalo, 1990.

La ubicación de los sitios de muestreo donde se desarrollaron los perfiles agrológicos se muestran en la Figura IV.2.1.3-1 y se presenta en el Plano P5 de Edafología.

8.1.2.2.3 Tipos de suelos presentes en el Área Contractual Catedral

Los tipos de suelos en el Área Contractual Catedral son el Luvisol y el Arenosol. El primero representa el 93,42% de la superficie del Área y el segundo 6,21%, circunscrito a las riberas del río Ostuacán, el 100% de la cobertura superficial se completa con el 0,37% ocupada por la zona urbana. Tabla 8.1.2.2-1.

Tabla 8.1.2.2-1.- Tipos de suelo Área Contractual Catedral.

Tipo de suelo	Hectáreas	Km ²	Porcentaje
Luvisol	5411,91	54,11	93,42
Arenosol	359,75	3,59	6,21
Zona Urbana	21,43	0,2143	0,37
Total	5793,09	57,91	100,0

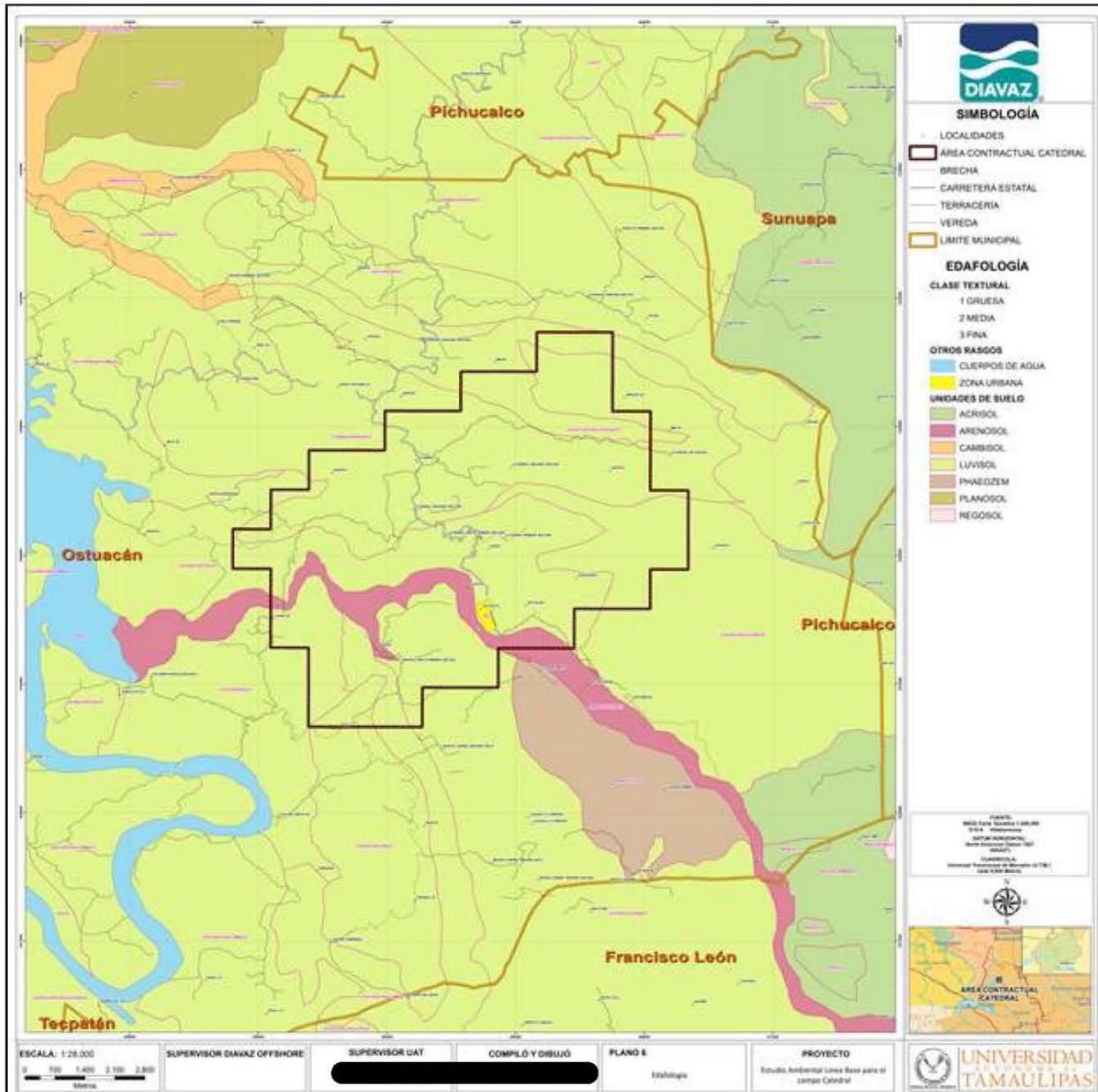


Figura 8.1.2.2-1.-Tipos de suelos en el Área Contractual Catedral.

8.1.2.2.3.1 Características de los suelos

8.1.2.2.3.2 Luvisol

El término luvisol deriva del vocablo latino lure que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de fierro.

8.1.2.2.3.3 Arenosol

Como su nombre lo indica, son suelos de carácter arenoso; la génesis de estos suelos es muy variada y heterogénea, su naturaleza arenosa extrema es lo que los agrupa.

8.1.2.2.4.- Características de los suelos predominantes en el Sistema Ambiental

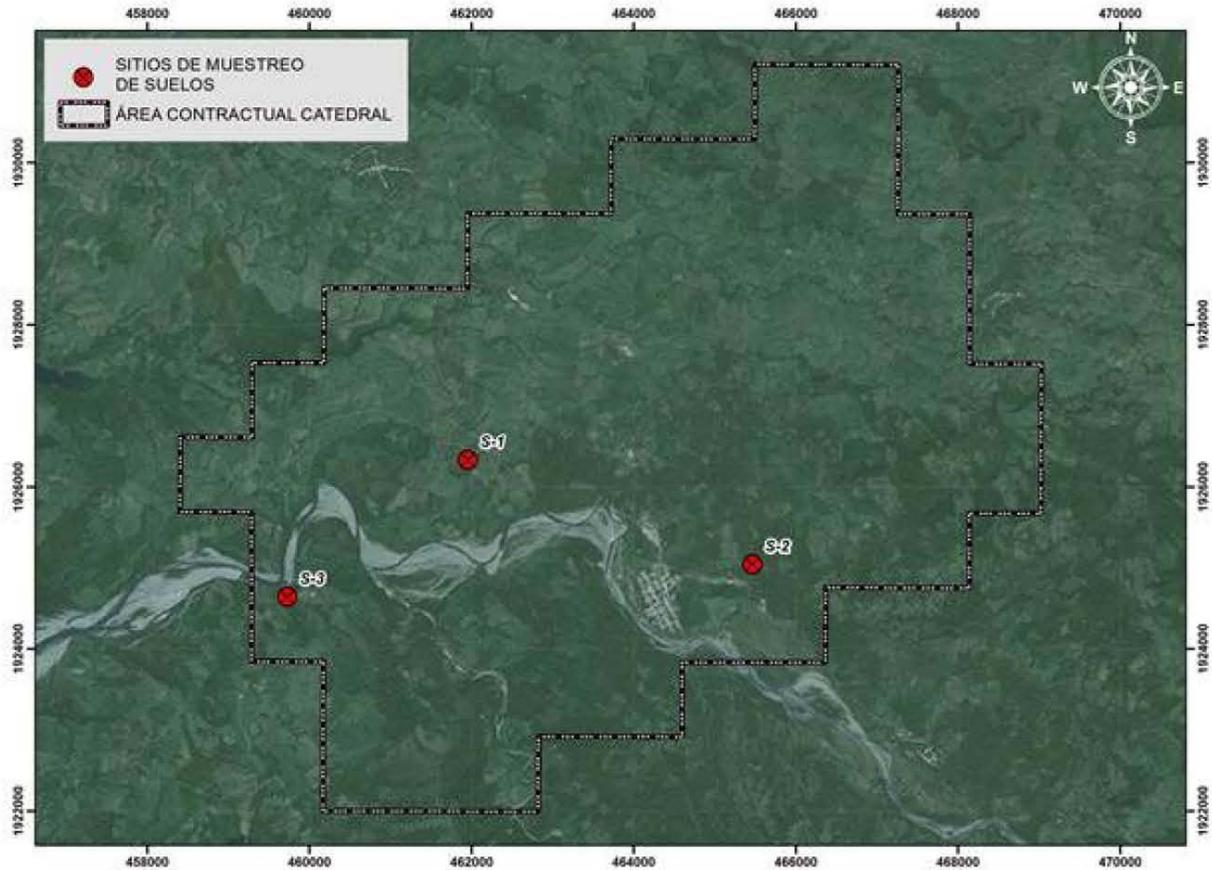
La red de muestreo que se ejecutó está integrada por tres sitios, todos pertenecen a la unidad de suelo Luvisol. La unidad de suelo Arenosol, que en la carta edafológica del INEGI representa el 6,21% del área, en realidad corresponde a un porcentaje mucho más bajo y no significativo; esto es debido a que en este 6,21% está incluida la superficie que ocupa el espejo de agua del río Ostuacán y su ribera pedregosa.

En la Tabla 8.1.2.2-2 se presenta la localización de cada uno de los sitios de muestreo, en coordenadas UTM y en la Figura 8.1.2.2-2 la representación de éstos.

Tabla 8.1.2.2-2.- Coordenadas sitios de muestreo Área Contractual Catedral

ID	Coordenadas UTM	
	X	Y
S-1	46 19 54	1 92 63 25
S-2	46 54 66	1 92 50 35
S-3	45 97 28	1 92 46 34

Figura 8.1.2.2-2.- Sitios de muestreo de suelos Área Contractual Catedral.



Con base en la interpretación cartográfica, en el Sistema Ambiental se presentan las siguientes características, de acuerdo con los criterios de la FAO/UNESCO 1988.

8.1.2.2.5 Perfil S-1

Se realizó en la unidad de suelos Luvisol de textura fina y sin fase rúbrica. La ubicación en coordenadas UTM es $X= 46\ 19\ 54$ $Y= 1\ 92\ 63\ 25$. Se tomó de un predio con un relieve irregular de una pendiente de más de 15% con drenaje normal, sin pedregosidad superficial y uso de suelo pecuario. Suelo con una profundidad de muestreo de 0-70 cm en el horizonte A, presenta color en seco (2.5YR 4/6) rojo y en húmedo (2.5YR 4/8) igualmente rojo, sin pedregosidad superficial con una estructura débilmente desarrollado de forma poliédrica

granular fina, consistencia húmedo friable, cuando muy húmedo es pegajoso y plástico; la cantidad de poros son numerosos (más de 200 por dm^2), finos y continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; la cantidad de raíces son comunes (10-100 por dm^2) de diferentes tamaños desde finas a delgadas y perfil bien drenado.



Fotografía 8.1.2.2-1.- Perfil característico de la unidad de suelos Luvisol, ubicado en X= 46 19 54 Y= 1 92 63 25.



Fotografía 8.1.2.2-2.- Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas UTM X= 46 19 54 Y= 1 92 63 25.

Características físico químicas, de acuerdo con lo reportado en la Tabla 8.1.2.2-2-3, corresponde a un suelo de textura arcilla arenosa; de pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica medio, los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio reportan niveles bajos, capacidad de retención de agua del 35%, el porcentaje de saturación de 65% y una densidad aparente de 1,28 g/cm³.

En la Tabla 8.1.2.2-2-3 se presentan las características físico-químicas del perfil S-1.

Tabla 8.1.2.2-2-3.- Características físico-químicas del perfil S-1

PARÁMETRO	HORIZONTE
	A
Profundidad (cm)	0-15
pH relación. 1:2	5,62
Materia orgánica %	3,07
Nitrógeno ppm	1,07
Fósforo disp. ppm	3,1
Potasio ppm	0,0
CATIONES Me/L	
Ca	0,15
Mg	0,73
Na	5,68
K	0,20
C.E. dS/m	0,15
ANIONES Me/L	
CO ₃	0,0
HCO ₃	3,13
Cl	2,2
SO ₄	1,43
Capacidad de retención de agua %	35,00
Porcentaje de saturación del suelo %	65
Densidad aparente g/cm ³	1,28
Textura %	
Arena	54,76
Arcilla	45,24
Limo	0,00
Clasificación	Arcilla arenosa

8.1.2.2.6 Perfil S-2

Se realizó en la unidad de suelos Luvisol de textura gruesa, sin fase rúdica. La ubicación en coordenadas UTM es X= 46 54 66 Y= 1 92 50 35. (Fotografía 6). Es un suelo con relieve irregular con pendiente mayor a 5%, drenaje receptor y usado como huerto de frutas. Profundidad de muestreo de 0-70 cm en el horizonte A, presenta un color en húmedo café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), sin piedras con una estructura

fuertemente desarrollado de forma poliédrica subangular grande, consistencia en húmedo blando, cuando muy húmedo es no pegajoso y no plástico; la cantidad poros es muy pocos (1 por dm^2), medianos, con orientación caóticos, fuera de los agregados; las raíces son comunes (de 10-100 por 3 dm^2), delgadas y medianas; bien drenado.



Fotografía 8.1.2.2-3.- Perfil característico de la unidad de suelos Luvisol, ubicado en X= 46 54 66 Y= 1 92 50 35.

Características físico químicas: de acuerdo con lo reportado en la Tabla 8.1.2.2-2-4 corresponde a un suelo de textura Arena Franca, pH ligeramente ácido, con nivel muy alto de materia orgánica, el nitrógeno se encuentra en un nivel alto, el fósforo y el potasio reportan niveles bajos de fertilidad. La capacidad de retención de agua es de 27,00% con porcentaje de saturación de 48,00 y una densidad aparente de $1,38 \text{ g/cm}^3$. **Fotografía 8.1.2.2-4.-** Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas X= 46 54 66 Y= 1 92 50 35.



En la siguiente Tabla 8.1.2.2-4 se presentan las características físico-químicas del perfil S-2.

Tabla 8.1.2.2-4.- Características físico-químicas del perfil S-2

PARÁMETRO	HORIZONTE
	A
Profundidad (cm)	0-13

pH relación. 1:2	5,60
Materia orgánica %	7,68
Nitrógeno ppm	45,00
Fósforo disp. ppm	0,0
Potasio ppm	0,0
CATIONES Me/L	
Ca	1,61
Mg	3,66
Na	3,87
K	1,0
C.E. dS/m	0,71
ANIONES Me/L	
CO ₃	0,0
HCO ₃	7,31
Cl	1,40
SO ₄	1,43
Capacidad de retención de agua %	27,00
Porcentaje de saturación del suelo %	48,00
Densidad aparente g/cm ³	1,38
Textura %	
Arena	84,76
Arcilla	5,24
Limo	10,00
Clasificación	Arena Franca

8.1.2.2.7 Perfil S-3

Se realizó en la unidad de suelos Luvisol de textura media, con fase rúdica gravas. La ubicación en coordenadas UTM X= 45 97 28 Y= 1 92 46 34. (Fotografía 11). Es un suelo con relieve irregular con una pendiente mayor al 15%, drenaje donador, con pedregosidad superficial formada por gravas, pradera de gramíneas, uso pecuario. Profundidad de muestreo en el horizonte A de 0-26 cm; el color en seco y húmedo café rojizo oscuro(5 YR 3/3, 5 YR 2.5/2), ligeramente pedregoso con tamaño de grava y piedras pequeñas con forma subangular de estructura moderadamente desarrollado de forma poliédrica subangular media, la consistencia en húmedo blando, cuando muy húmedo es ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; la cantidad de poros son muy pocos (1 a 50 por dm²), muy finos, continuos, con orientación caóticos, dentro de los agregados; la cantidad de raíces son comunes (10-100 por dm²) de diferentes tamaños desde finas y delgadas con permeabilidad y drenaje bueno.



Fotografía 8.1.2.2-5.- Perfil característico de la unidad de suelos Luvisol, ubicado en X=45 97 28 Y= 1 92 46 34.

De acuerdo con lo reportado en Tabla 8.1.2.2-2-4 de características físico químicas, corresponde a un suelo de textura franco arenoso; de pH casi neutro, el nivel de materia orgánica es medio, en cuanto a los nutrientes primarios de nitrógeno, fósforo y potasio son deficientes. La capacidad de retención de agua del 27,00%, el porcentaje de saturación de 48,00 y una densidad aparente de 1,38 g/cm³.



Fotografía 8.1.2.2-6.-Panorámicas donde se realizó del perfil agrológico, ubicado en coordenadas X= 45 97 28 Y= 1 92 46 34.

En la siguiente, Tabla 8.1.2.2--5, se presentan las características físico-químicas del perfil S-3.

Tabla 8.1.2.2--5.- Características físico-químicas del perfil S-3

PARÁMETRO	HORIZONTE
	A
Profundidad (cm)	0-26
pH relación. 1:2	6,20
Materia orgánica %	3,46
Nitrógeno ppm	7,4
Fósforo disp. ppm	2,8
Potasio ppm	0,0
CATIONES Me/L	
Ca	0,36
Mg	0,36
Na	5,13
K	0,12
C.E. dS/m	0,19
ANIONES Me/L	
CO ₃	0,00
HCO ₃	3,13
Cl	1,40
SO ₄	1,43
Capacidad de retención de agua %	27,00
Porcentaje de saturación del suelo %	48,00
Densidad aparente g/cm ³	1,38
Textura %	
Arena	66,76
Arcilla	15,24
Limo	18,00
Clasificación	Franco arenoso

8.1.2.2.8 Grado de erosión

Erosión

INEGI, 2014: Es el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre (INEGI, 2014).

FAO, 2015: La eliminación acelerada de la capa superior del suelo de la superficie de la tierra por agua, el viento o la labranza (FAO, 2015).

La erosión hídrica ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran



las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada (INEGI, 2014).

El 76% de la superficie nacional tiene algún grado de afectación por erosión hídrica, que corresponde a 6.79% con un grado de erosión extrema, el 5.79% fuerte, 26.37% moderada y 37.06% leve. Los estados más afectados por erosión apreciable (superficie relativa) son: Distrito Federal, Tlaxcala, Estado de México y Michoacán y, por el contrario, los menos afectados: Tabasco, Quintana Roo y Campeche (Bolaños, et al, 2016). Figura IV.3.4. El 81.48% de la superficie del estado de Chiapas presenta algún grado de erosión (Bolaños, et al, 2016).

De acuerdo con la SEMARNAT (2005), las principales causas de degradación del suelo en el mundo son la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas y el sobrepastoreo; el grado de responsabilidad de cada una es de 29, 28 y 35 %, respectivamente. En México, el 22 % de su territorio presenta degradación del suelo por erosión hídrica con una clasificación FAO que va de moderada a extrema, lo que representa pérdidas de 10 a 200 ton/ha/año.

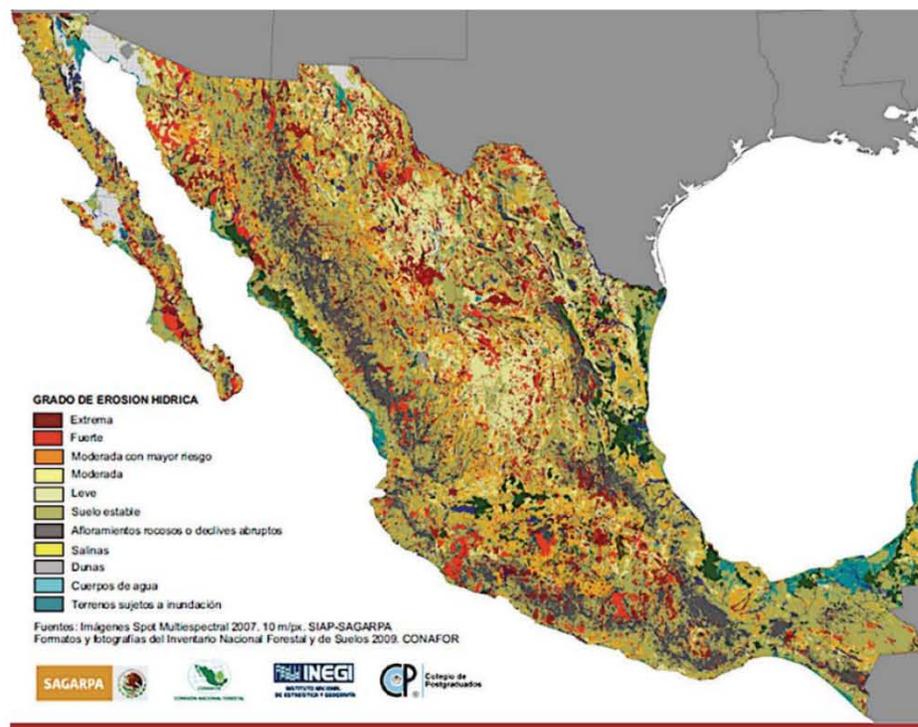


Figura 8.1.2.2-3.- Mapa Nacional de Erosión, escala 1:50,000. SAGARPA- INEGI-CONAFOR-COLPOS.

El estado de Chiapas ha sufrido en los últimos años fenómenos meteorológicos extremos que han causado graves procesos de erosión hídrica (Perez-Nieto *et al.*, 2012). Esto debido a los problemas de uso de suelo, deforestación, extensión de cultivos anuales y pastizales en zonas de laderas, manejo deficiente de cultivos y falta de medidas de conservación de suelo. Todo esto acelera el proceso natural de erosión.

En el municipio de Ostucán las principales zonas de erosión se presentan en los bordes de los ríos Grijalva y Ostucán. El primero se ubica en al poniente del municipio y corre en dirección al norte, con cambios variados de dirección, en los bordes las fuertes avenidas han formado terrazas que han alcanzado elevaciones de más de 8 metros; y el segundo que corre en dirección NE y cambia su curso al oeste, siendo un afluente del río Grijalva, llegando a la presa Peñitas.



Por la topografía de la región, se produce la erosión en canales, que es causada por la concentración de las líneas de flujo de las aguas de escurrimiento superficial en forma de surcos. Las causas de degradación se relacionan principalmente con la ganadería extensiva en laderas.

Considerando lo anterior y la importancia de la conservación del recurso suelo se realiza el cálculo de erosión hídrica para cuantificar los valores de pérdida de suelo actual y potencial mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) modificado, considerada como la más adecuada por la Organización de Naciones Unidas (ONU).

8.1.2.2.9 Erosión actual y potencial

La erosión potencial, se refiere a la pérdida de suelo anual que se presentaría si el suelo se mantuviera sin cubierta vegetal, es decir suelo desnudo en forma continua. Considerando los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, R (Erosividad de la lluvia), K (Erodabilidad del suelo) y LS (Longitud y Grado de Pendiente), en la Tabla IV.3.4.1 se presentan los valores de erosión potencial hídrica del suelo en el Área Contractual Catedral.

La erosión actual es la pérdida de suelo anual que se tiene considerando la cobertura actual del terreno y las prácticas de manejo que se realizan en él. Es decir, considerando los valores RKLS además de C (Cobertura vegetal) y P (Prácticas de conservación de suelos), el estimado de erosión hídrica actual para los suelos del Área Contractual Catedral se presenta en la Tabla 8.1.2.2-6.

Tabla 8.1.2.2--6.-Erosión actual y potencial en el Área Contractual Catedral.

Tipo de suelo	Erosión Ton/Ha/Año	
	Actual	Potencial
Luvisol	59,24	3,949.39

La erosión hídrica potencial del suelo en el Área Contractual Catedral es de 3,949,39 ton/ha/año, lo que refleja la susceptibilidad de los suelos a erosionarse si la cubierta vegetal fuera eliminada al 100%. La precipitación pluvial anual del área es de 4,296.6 mm y la pendiente promedio de las laderas es de 30 %, lo que hace que esta zona sea muy susceptible de erosionarse.

Tabla 8.1.2.2--7.- Clases de riesgo de erosión propuestos por Shields y Coote.

Clase de Riesgo	Pérdida de suelo (ton/ha/año)
Nulo	< 2,0
Bajo	2,0 – 9,9
Moderado	10,0 – 49,9
Severo	50,0 – 199,9

Fuente: Shields y Coote (1989).

La erosión hídrica actual en esta área es de 59,24 ton/ha/año, por lo que de acuerdo con la clasificación de riesgo de erosión de Shields y Coote, es severa. Aquí es muy importante mantener una cobertura vegetal que tenga una alta capacidad de retención del suelo, construir obras para el manejo del agua e implementar prácticas de conservación de suelos, ya que la precipitación pluvial y la pendiente del terreno son muy altas.

8.1.2.3 Geología

8.1.2.3.1 Fisiografía

El Área Contractual Catedral se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada Sierras de Chiapas y Guatemala, en la subprovincia Sierras del Norte de Chiapas (Figura 8.1.2.3-1).

Provincia Fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala

La provincia de la Sierras de Chiapas y Guatemala incluye las sierras del noroeste y noreste de Chiapas, así como la altiplanicie al sur del estado. Dichas sierras están integradas por rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental. Al noroeste se localiza el Cañón del Sumidero por donde fluye el río Grijalva y al centro-sur de la provincia se encuentra la Depresión Central de Chiapas, en donde está la presa de la Angostura.



Figura 8.1.2.3-1.- Provincia fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala, INEGI, 2001.

Subprovincia Fisiográfica Sierras del Norte de Chiapas

La subprovincia Sierras del Norte de Chiapas, pertenece a la provincia fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala, tiene una longitud de 250 km y su anchura es hasta de 65 km, con una superficie de 12,000 km², esta subprovincia es una franja con orientación este-oeste, que colinda al sur con la Meseta Central y al oriente con las Montañas del Oriente. La altitud que se presenta en esta provincia es de 1,500 a 50 msnm.

Su terreno montañoso destaca del terreno plano que lo limita: la Planicie Costera del Golfo al norte y la Depresión Central de Chiapas al sur. Las rocas predominantes son las calizas. La disposición de las montañas permite que capten gran parte de la humedad que traen consigo los vientos que provienen del Golfo de México, lo que propicia un clima cálido húmedo con lluvias durante todo el año. En algunos sitios, la altitud modifica las condiciones térmicas, siendo ligeramente más fresco sobre los 1,500 metros sobre el nivel del mar. Hay que resaltar la importancia que revisten los nortes en la época invernal, debido a los cuales, llegan a registrarse precipitaciones superiores a los 4,000 mm anuales. Debido a la naturaleza montañosa del terreno, los suelos son delgados. En los pequeños valles logran desarrollarse suelos profundos. La vegetación original es de selva alta, siendo posible encontrar bosques de pinos en altitudes superiores a los 1, 500 metros sobre el nivel del mar. Figura 8.1.2.3-2.

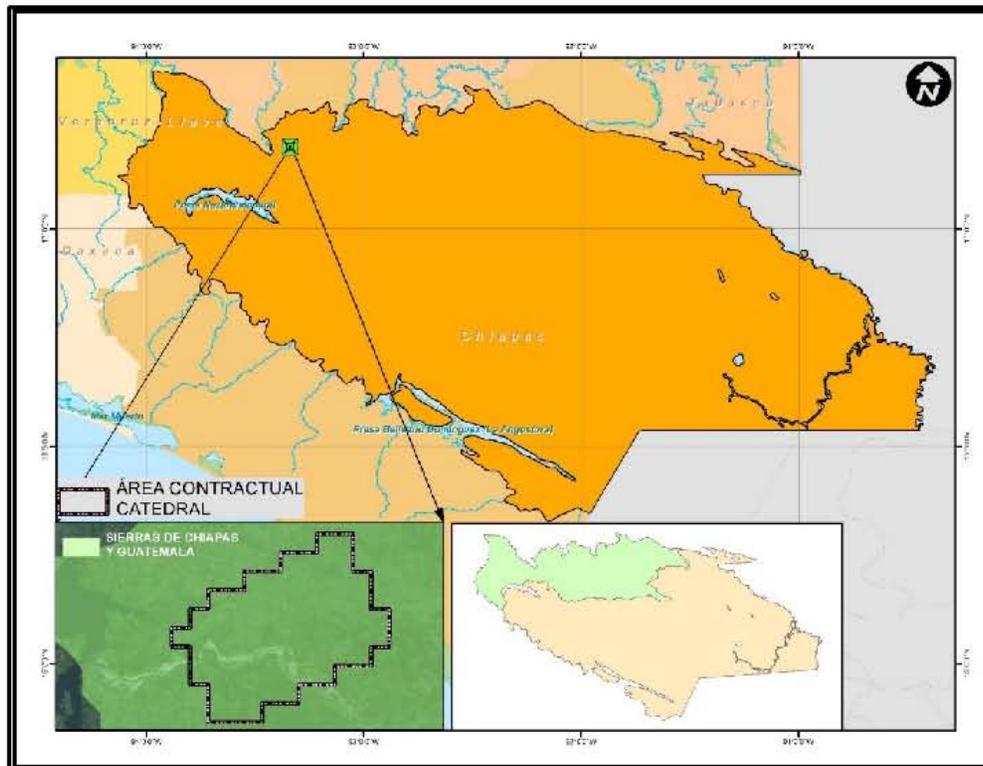


Figura 8.1.2.3-2 Subprovincia Sierras del Norte de Chiapas.

Está constituida por 35 municipios de Chiapas, iniciando desde Tecpatán y concluye en Yajalón. En esta región las elevaciones van hasta los 1,500 msnm aproximadamente, se ubican 2 de las principales presas del estado de Chiapas: Nezahualcoyolt (Malpaso) y Ángel Albino Corzo (Peñitas).

8.1.2.3.2 Geología y estratigrafía

En la constitución geológica se destacan las rocas ígneas volcánicas (traquiandesitas, dacitas y productos piroclásticos) y las sedimentarias, cuyas edades oscilan entre el Cretácico superior senoniense, el Terciario y el Cuaternario. El zócalo local está representado por rocas calcáreas

cretácicas senonienses y sus afloramientos están restringidos al límite meridional. Figura 8.1.2.3-3. y Tabla 8.1.2.3-1.

La constitución geológica se destaca por una gran acumulación de sedimentos marinos, la existencia de fuertes deformaciones plicativas y disyuntivas, y actividad volcánica en determinadas épocas, incluso hasta el presente. El Plioceno y el Holoceno se caracterizan por depósitos de planicies fluviales y lacustres, así como por depósitos piroclásticos y rocas volcánicas del volcán activo El Chichonal, este último asociado con sistemas de fallas transcurrentes de izquierda.

Las formaciones geológicas terciarias afloran en los tercios altos y medios de los valles del río Ostuacán. La zona se encuentra localizada en la llamada provincia geológica del Cinturón Chiapaneco de Pliegues y Fallas, que se encuentra conformado por la provincia tectónica de Simojovel, caracterizada por presentar estructuras geológicas estrechas en sedimentos terciarios, con fallas inversas longitudinales al plegamiento y de desplazamiento horizontal, perpendiculares a ellas. Este sistema, fue formado a partir del Mioceno y presenta actividad actual, sobre todo el sistema de fallas transcurrentes de izquierda.

Tabla 8.1.2.3-1 Unidades geológicas Área Contractual Catedral.

CLAVE	CLASE	TIPO	PERIODO	KM²	PORCENTAJE
Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Tm - Mioceno	1,8457	3,19%
To(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	To - Oligoceno	20,4514	35,30%
Q(A-Bvi)	Ígnea extrusiva	Andesita-Brecha volcánica intermedia	Q - Cuatemario	27,3242	47,17%
Te(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Te - Eoceno	2,8878	4,98%
Q(al)	N/A	Aluvial	Q - Cuatemario	4,8321	8,34%
Q(al)	N/A	Aluvial	Q - Cuatemario	0,0580	0,10%
Te(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Te - Eoceno	0,5318	0,92%
TOTAL				57,9310	100,00%

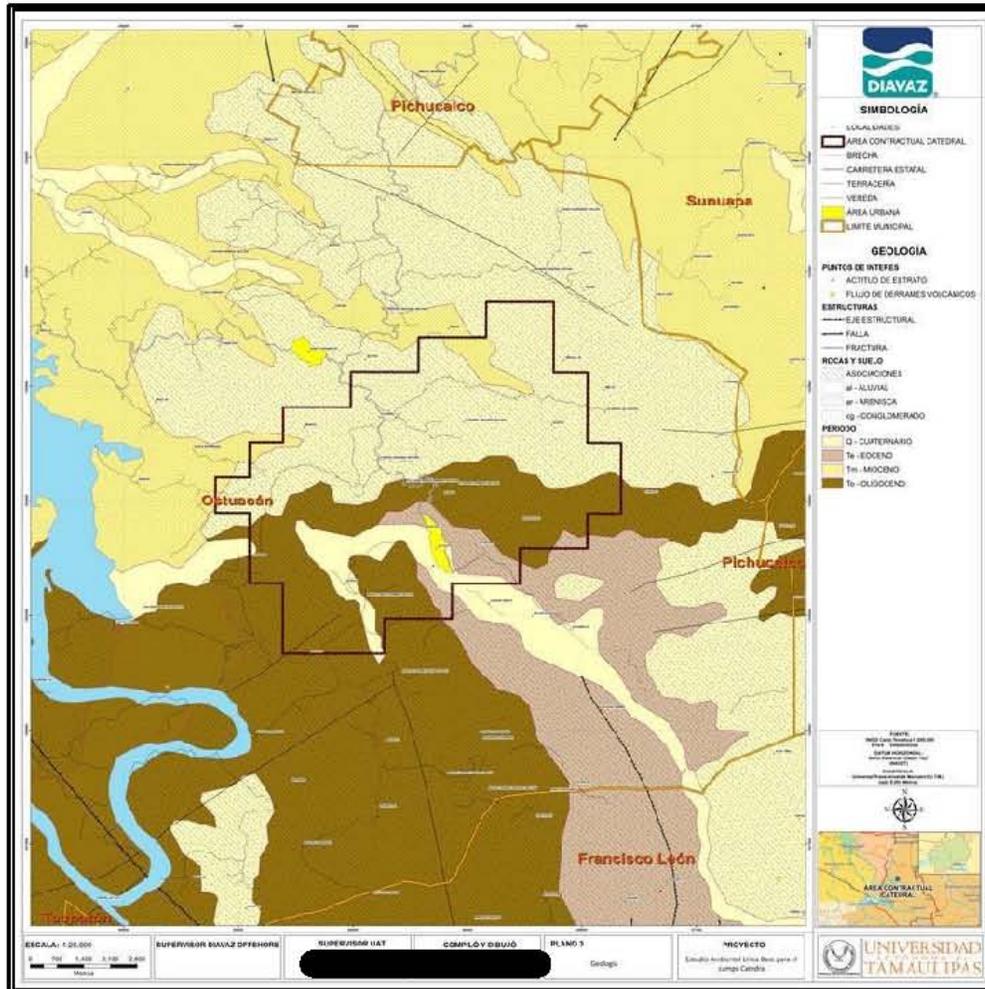


Figura 8.1.2.3-3.- Geología del Área Contractual Catedral.

8.1.2.3.2.1 Geología estructural

Las rocas más jóvenes de la región son unas lutitas limosas blandas de color pardo claro, estratificadas en capas que varían de 10 a 30 cm, que hacia abajo se vuelven más arcillosas y presentan una fractura concoidal, son de color gris oscuro y tienen una mayor compacidad y dureza que las anteriores,

presentan estratos que varían desde unos 20 cm hasta un metro de espesor y se encuentran intercaladas con capas de arcilla franca y expansiva.

Las principales estructuras geológicas son las siguientes: El anticlinal Mono Pelado, sinclinal Maspac, sinclinal Buenavista, el volcán de la Unión (El Chichonal) y las fallas, El Fuerte, La Herradura, Playa Larga, La Laja y Ostuacán. El Anticlinal del Mono Pelado Ubicado al SW del Tapón y al sur de Rómulo Calzada cerca del poblado de Rubén Jaramillo; presenta dirección N 55° W, las rocas más antiguas que afloran en su núcleo, pertenecen al Eoceno, el cual se interrumpe por fallas principalmente de dirección E-W.

Sinclinal Maspac

Presenta un rumbo N 36°-40° W en su núcleo afloran las rocas más jóvenes de la formación Depósito del mioceno, su eje se encuentra cortado por fallas de rumbo con dirección N50°-70° E y fallas de dirección NE-SW y E-W que hace que su eje se flexione.

Anticlinal La Unión

Anticlinal recumbente de rumbo N-S con flexión al N33°W desplazado por fallas de transcurrancia, en su núcleo afloran lutitas y areniscas del Eoceno.

Sinclinal Buenavista

Sinclinal ubicado al norte del volcán Chichonal, presenta un rumbo de N50°W en su núcleo afloran rocas del Mioceno constituidas por lutitas, areniscas y conglomerados. Su eje se encuentra cubierto por rocas volcánicas piroclásticas expulsadas por el volcán Chichonal.

Un elemento estructural de tipo tectono-volcánico es la presencia del volcán activo El Chichonal, al sureste de esta área. La superficie que ocupa esta zona volcánica, se encuentra en un área de



debilidad cortical, en la cual se infiere que exista la intersección de dos sistemas de fallas: (1) el más antiguo presenta el rumbo general WNW-ESE, que en los lugares adyacentes al complejo volcánico, está cubierto por rocas dacíticas, traquiandesíticas y materiales piroclásticos, pero existen evidencias para suponer que su traza continúa hacia el poblado de Nuevo Xochimilco; y (2) el formado por fallas y fracturas del sistema NNE-SSW, que desplazan y cortan las unidades litológicas, así como a las fallas y fracturas del primer sistema.

8.1.2.3.3 Relieve

En esta área los ascensos neotectónicos, incrementados a partir del Mioceno, determinaron la energía del relieve actual y propiciaron la intensidad de los procesos erosivos y denudativos sobre el substrato geológico, con la consiguiente formación de montañas bajas (>800 m), premontañas ($300 < H \leq 800$ m) y lomeríos ($200 < H \leq 300$ m). Figura **8.1.2.3-4**.

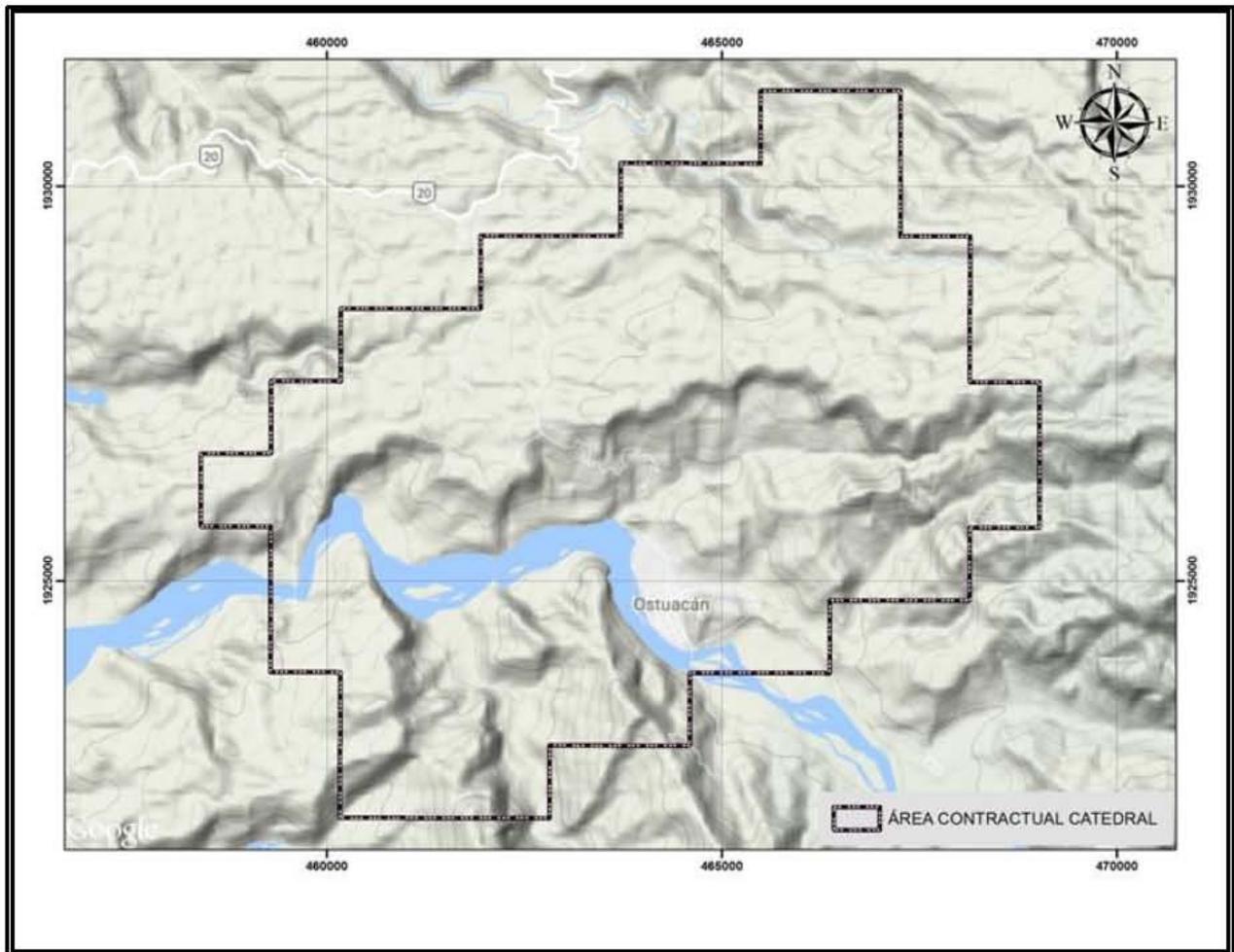


Figura 8.1.2.3-4.- Relieve del Área Contractual Catedral.



Fotografía 8.1.2.3-1.- Relieve característico del Área Contractual Catedral.

8.1.2.3.1 Deslizamientos de tierra

La inestabilidad de laderas en esta región se asocia a las pendientes inclinadas sobre las cuales se ha modificado el tipo de vegetación natural para obtener terrenos con fines agrícolas y ganaderos, lo que permite que se erosionen los suelos con mayor facilidad y la roca sea más susceptible a intemperismo, provocando con ello deslizamientos, caída de bloques y flujos de lodos en las laderas.

En Ostuacán y hasta el poblado de Nuevo Xochimilco, sobre la carretera pavimentada se producen deslizamientos en la superficie de los planos de las rocas sedimentarias (lutitas y areniscas) ocasionados por la afectación que producen 5 fallas de movimiento lateral izquierdo, normal y oblicuo.



Fallas oblicuas de dirección E–W, fallas laterales izquierdas con dirección N–S y fallas normales con dirección E–W, principalmente en la parte sur del municipio de Ostuacán. Localmente se observan lineamientos con orientación NW–SE y NE–SW los cuales corresponden a cambios de dirección del río Grijalva y a las cañadas orientadas con esta alineación.

Una fractura es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o de material poco consolidado que se observa en la superficie como una línea con una abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros. El conjunto de fracturas o fracturamiento implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloques y en ocasiones los flujos, que pueden afectar una zona urbana. En el municipio de Ostuacán existen tres sistemas principales de fracturas. Un sistema tiene orientación de NE–SW, otro tiene orientación NW–SE, y el último con orientación E–W de menor intensidad. Figura 8.1.2.3-5.

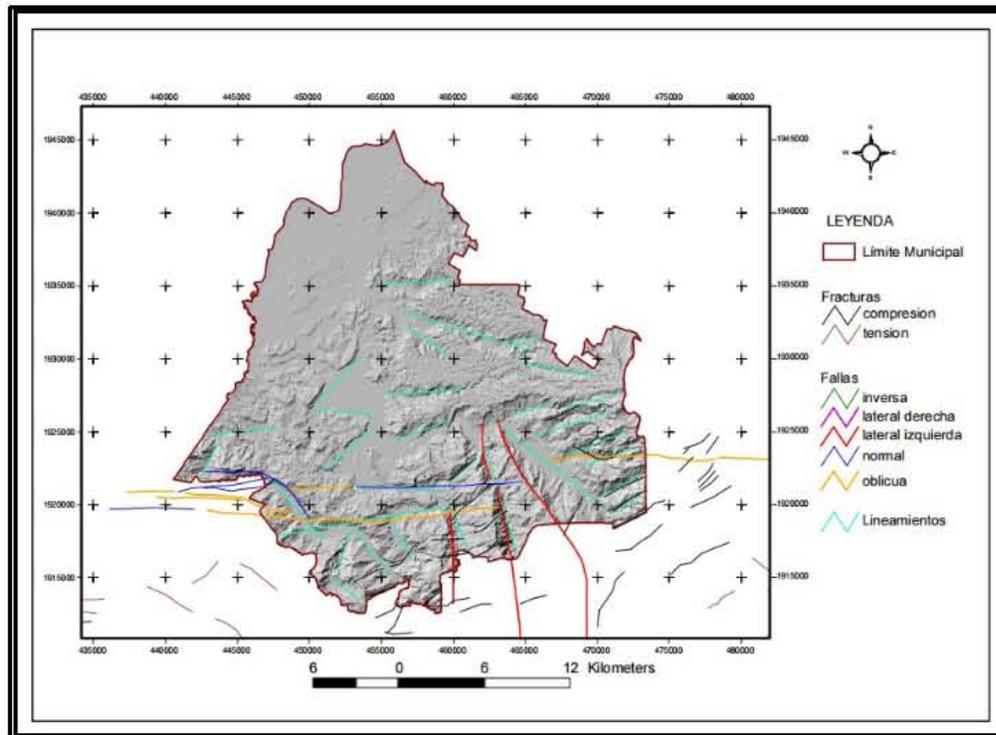


Figura 8.1.2.3-5 Fallas y fracturas en el municipio de Ostuacán, CENAPRED, 2012.

8.1.2.3.2 Riesgo volcánico

Los eventos volcánicos son generados por la salida de material magmático desde el interior de la Tierra en forma de lava o ceniza, a través de una chimenea o conducto principal. Entre los principales peligros de tipo volcánico destacan los siguientes: Caída de ceniza, emanación de rocas incandescentes durante las explosiones volcánicas, flujos de lava, flujos piroclásticos, avalanchas, deslizamientos y derrumbes, gases tóxicos de las inmediaciones de los cráteres y de las fumarolas.

Debido a su cercanía con el volcán Chichonal se puede considerar de peligro para el municipio de Ostuacán. El volcán se localiza en el cruce de las coordenadas 17° 36" Latitud Norte y 93° 23" Longitud

Oeste, en el Estado de Chiapas. El volcán se ubica cerca del punto triple entre las placas de Cocos, Norteamérica y Caribe. Figura 8.1.2.3-6.

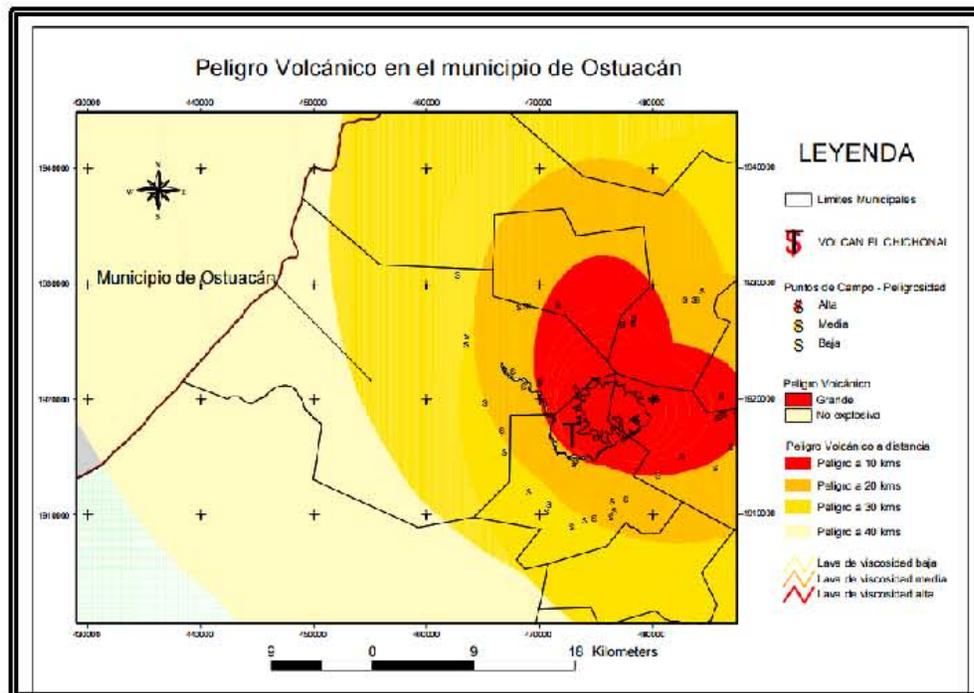


Figura 8.1.2.3-6 Peligro volcánico en el municipio de Ostucán.

8.1.2.3.4 Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de la frecuencia son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La descripción de cada una de las zonas se indica a continuación:

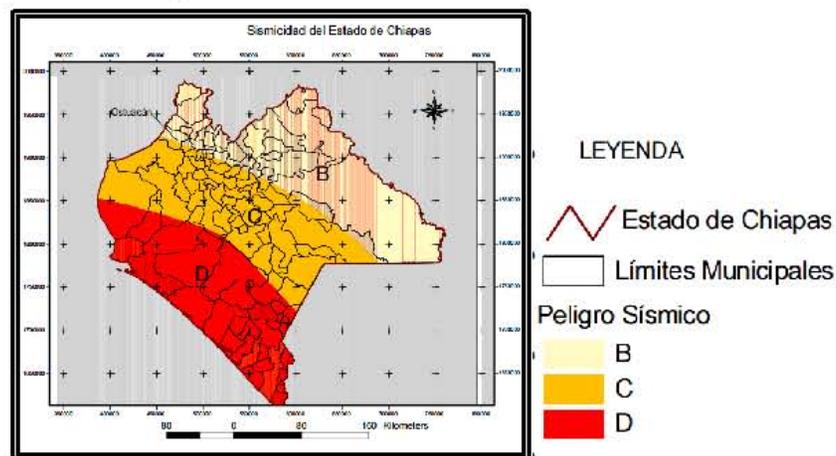
- Zona A, no presenta registros históricos de sismos, ni se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, la intensidad y la magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población, y es medida por la escala de Mercalli; la magnitud es también medida en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada, lo cual es detectado por un sismógrafo en grados Richter.

Ostuacán se encuentra dentro de una zona de peligro sísmico denominadas "C y B", en la parte sur del municipio se encuentra la zona "C" y en la parte norte la zona "B"; según la zonificación de CENAPRED (CENAPRED, 2003), en donde ocurren con muy poca frecuencia temblores de baja a media magnitud y las aceleraciones del terreno son menores a 70% del valor de la gravedad. (CFE, 1993). El Área Contractual Catedral se localiza en la zona "B".

La ciudad de Ostuacán se encuentra a 350 km de distancia a la fosa mesoamericana en donde ocurre la interacción de placas tectónicas. En cuanto a la información disponible de los epicentros sísmicos del servicio sismológico nacional (SSN, 1990- 2003), los sismos que se presentan en el municipio tienen valores de magnitud menores de 4 grados Richter. En el municipio no se reportan daños por sismos, aunque se tiene el antecedente de un sismo con una magnitud menor de 4 grados.

Debido a que se tienen tres grandes placas tectónicas dentro de los límites del estado, la Placa Norteamericana, la de Cocos y la del Caribe, se genera un régimen de sismicidad muy alto y por otro, existe una importante actividad de tipo volcánico representada en la zona por la cercanía del volcán Chichonal. A pesar de ello, se tienen pocos datos de monitoreo sismológico y en consecuencia se tienen pocos datos sobre el área. Figura 8.1.2.3-7.



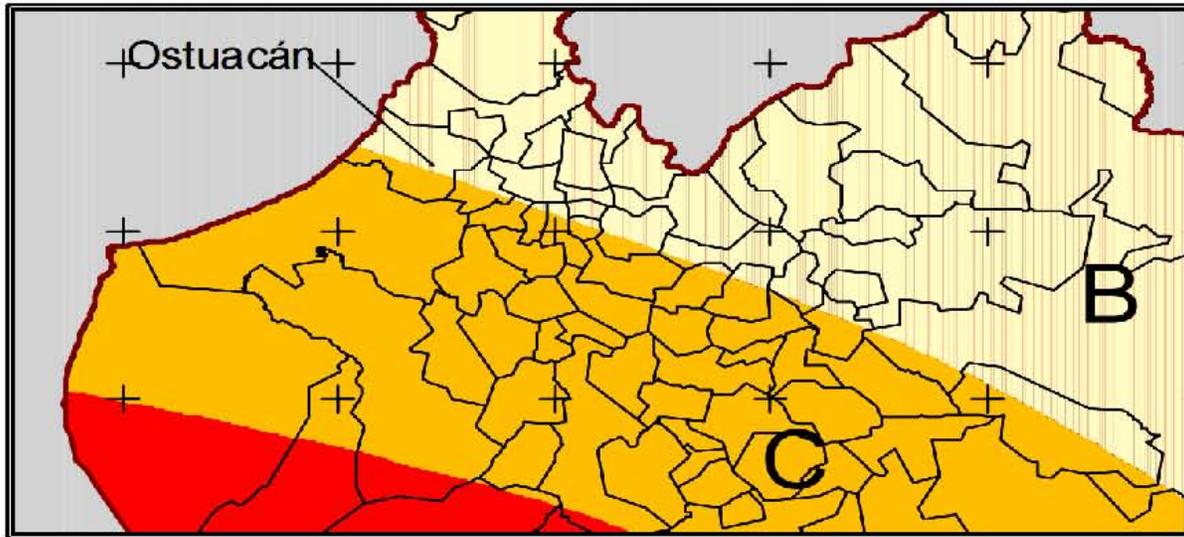


Figura 8.1.2.3-7 Zonificación sísmica del Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1.2.3-2. Sismos ocurridos cerca del Área Contractual Catedral en los últimos 12 meses.

Fecha	Epicentro	Profundidad (Km)	Magnitud (Richter)
6/06/2016	49 km sur Las Choapas, Vr	158	4.3
25/05/20 16	20 km sur Hidalgotitlán, Ver	141	4.4
23/05/20 16	11 km oeste Cintalapa, Chis	124	5.2

Continuación: **Tabla 8.1.2.3-2.** Sismos ocurridos cerca del Área Contractual Catedral en los últimos 12 meses.

Fecha	Epicentro	Profundidad (Km)	Magnitud (Richter)
		35	5.8
		25	5.6
16/03/2016	25 km nor noroeste Ostuacán, Chis	42	4.1
8/03/2016	105 km nor noroeste Cd. Del Carmen, Camp	27/04/2016	61 km oeste suroeste Puerto Madero, Chis
20/12/2015	21 km sur sureste Hidalgotitlán, Ver	25/04/2016	81 km oeste suroeste Puerto Madero, Chis
17/12/2015	9 km este noreste Ávila Camacho, Chis	85	6.6
5/12/2015	6km oeste suroeste Chiapilla, Chis	229	4.4
3/12/2015	11 km sur suroeste Ocozocuaulá, Chis	152	4.7
15/10/2015	14 km sur oeste Ocozocuaulá, Chis	193	4.4
3/9/2015	66 km sur Las Choapas, Ver	187	4.2
27/08/2015	34 km noreste Santo Domingo Zanatepec, Oax	132	4.3
11/08/2015	36 km norte Santo Domingo Zanatepec, Oax	126	4.0
5/08/2015	16 km este noreste Tonalá, Chis	100	5.7
28/07/2015	25 km suroeste Suchiapa, Chis	182	4.1
11/06/2015	18 km sur sureste Hidalgotitlán, Ver	56	4.1
10/05/2015	108 km nor noroeste Cd. Del Carmen, Camp	15	4.3
9/05/2015	121 km sur suroeste Tres Picos, Chis	9	5.6



8.1.2.4. Hidrología

8.1.2.4.1 Metodología

La descripción y análisis de la hidrología para el Área Contractual Catedral, se realiza con información constituida por diversas fuentes: documental, cartográfica y digital. Con respecto a la consulta de documentos oficiales, la identificación de hidrología superficial y subterránea se realizó con base en las cartas hidrológicas con escala de 1:250,000 de INEGI 2001 la información extraída de estas cartas fue verificada en campo, realizando diferentes muestreos de agua, para tener las condiciones actuales. La selección de los sitios de muestreo se realizó de acuerdo con el sistema de escurrimientos y presas en cartografía y recorrido de campo. Se ubicaron los sitios con sus coordenadas UTM, se tomaron las muestras y se realizaron análisis fisicoquímicos por un laboratorio con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

8.1.2.4.2 Hidrología superficial

8.1.2.4.2.1 Regiones Hidrológicas (RH), cuencas y subcuencas.

El Área Contractual Catedral se localiza en la Región Hidrológica número 30 (RH30), Grijalva-Usumacinta, en la cuenca Grijalva-Villahermosa (D), subcuencas Río Platanar (f), Río Mezcalapa (c) y Río Sayula (e).

La Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, se localiza al sureste de nuestro país, está limitada al norte por el Golfo de México; al este por la República de Guatemala, al noreste por la Región Hidrológica No. 31 Yucatán, al sur por la Región Hidrológica No. 23 Costa de Chiapas y al oeste por la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos. Geográficamente está comprendida entre los paralelos 14°55' y 18°35' de latitud norte y los meridianos 91° 20' y 94° 15' de longitud oeste. Pertenece a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en el país, dicha región alberga dos cuencas binacionales entre México y Guatemala, las de río Grijalva y río Usumacinta.

Comprende la mayor parte de los estados de Chiapas con el 85,53% de su superficie y Tabasco con 75,22%, y pequeñas porciones de Campeche con 33,04%, Oaxaca con 1,02% y Veracruz con 0,10% de su superficie

estatal. Posee una extensión continental de 102,465 km². Es la más húmeda del país y aloja a los ríos más caudalosos de México: el río Usumacinta y el río Grijalva, ambos desembocan en el Golfo de México. Figura 8.1.2.1-1y Tabla 8.1.2.4-1.



Figura 8.1.2.1-1.- Regiones Higrológicas de México.

Tabla 8.1.2.4-1.-Características de la Región Hidrológica 30, Grijalva-Usumacinta.

CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA GRIJALVA-USUMACINTA (RH-30)	
Extensión Territorial Continental (km ²)	102,465
Precipitación normal anual 1971-2000 (mm)	1709
Escorrentamiento natural medio superficial interno (hm ³ /año)	73,316
Escorrentamiento natural medio superficial total (hm ³ /año)	117,396
Importaciones (+) o exportaciones (-) de otros países (hm ³ /año)	44080
Número de cuencas hidrológicas	83

Fuente: Atlas Digital del Agua, 2010, CONAGUA.



Cuenca Río Grijalva-Villahermosa

La cuenca hidrológica Grijalva-Villahermosa, se localiza al noroeste de la región hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, está limitada al norte por el Golfo de México, al este por las cuencas hidrológicas Río Lacantún, Río Usumacinta y Laguna de Términos, al sur por la subregión hidrológica Medio Grijalva y Río Lacantún, y al oeste por las regiones hidrológicas No. 22 Tehuantepec y No. 29 Coahuila de Zaragoza.

El río Grijalva nace cerca del volcán Tacaná en la República de Guatemala, entra a México recorriendo la depresión central de Chiapas hasta llegar a la presa La Angostura, aguas abajo de dicha presa el río Grijalva recorre la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas, aguas abajo de la capital se ubica la presa Chicoasén, siguiendo su paso el río Grijalva cuenta con las aportaciones por su margen izquierda del río La Venta y por la margen derecha de los ríos Chicoasén y Yamonho, cerca de donde se ubica la presa Malpaso. Posteriormente aguas abajo de la presa Peñitas recibe las aportaciones de los ríos Platanar y Camoapa, que dan origen al río Mezcalapa, después bifurca en los ríos Samaria por su margen izquierda y el río Carrizal por su margen derecha, este último cruza la ciudad de Villahermosa, capital del estado de Tabasco, donde recibe las aportaciones del río Pichucalco y La Sierra que nacen en las montañas del Bajo Grijalva. Después de Villahermosa continúa el río Grijalva hasta confluir con el río Usumacinta para después desembocar al Golfo de México.

En el Río Grijalva entre Chiapas y Tabasco, existen cuatro presas con la finalidad de evitar inundaciones y producir energía eléctrica cuyos nombres son: La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas. Figura 8.1.2.4-2.

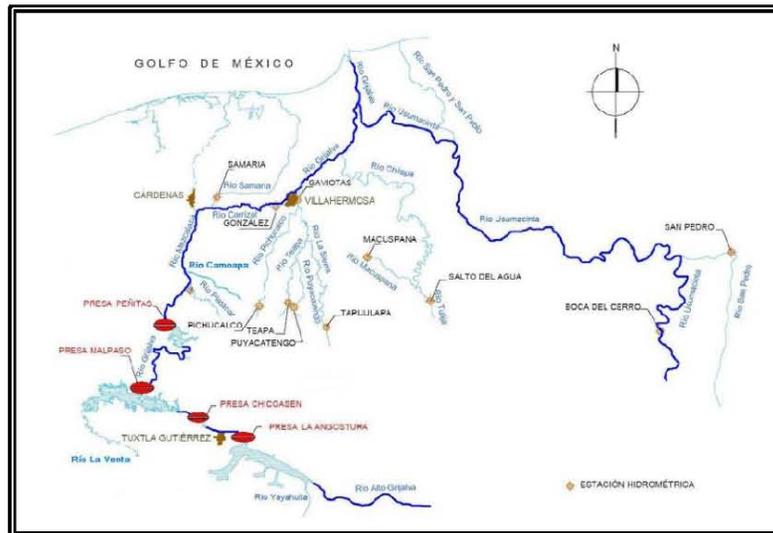


Figura 8.1.2.4-2.- Sistema Grijalva

Subcuenca Hidrológica RH30-D-f Río Platanar

Aporta su caudal a la subcuenca 32 Río Mezcalapa. Tiene una superficie de aportación de 439.954 kilómetros cuadrados, se origina cerca de la localidad Río Laja, municipio de Ixtacomitán, su principal corriente es el río Platanar, desemboca en el río Mezcalapa a la altura de la localidad Playas, municipio de Pichucalco.

Subcuenca hidrológica RH30-D-c Río Mezcalapa

Aporta su caudal a las subcuencas 33 Río El Carrizal y 36 Río Samaria. Tiene una superficie de aportación de 1,259.94 kilómetros cuadrados, se origina cerca de la localidad Lámina II, municipio de Tecpatán, su principal corriente es el río Mezcalapa.

Subcuenca hidrológica RH30-D-e Río Zayula

Aporta su caudal a la subcuenca Río Mezcalapa. Tiene una superficie de aportación de 430.113 kilómetros cuadrados se origina cerca de la localidad San Isidro Liquidámbur, municipio de Pantepec, su principal afluente es el río Zayula, desemboca en la presa Peñitas a la altura de la localidad Salomón González Blanco, municipio de Ostuacán.

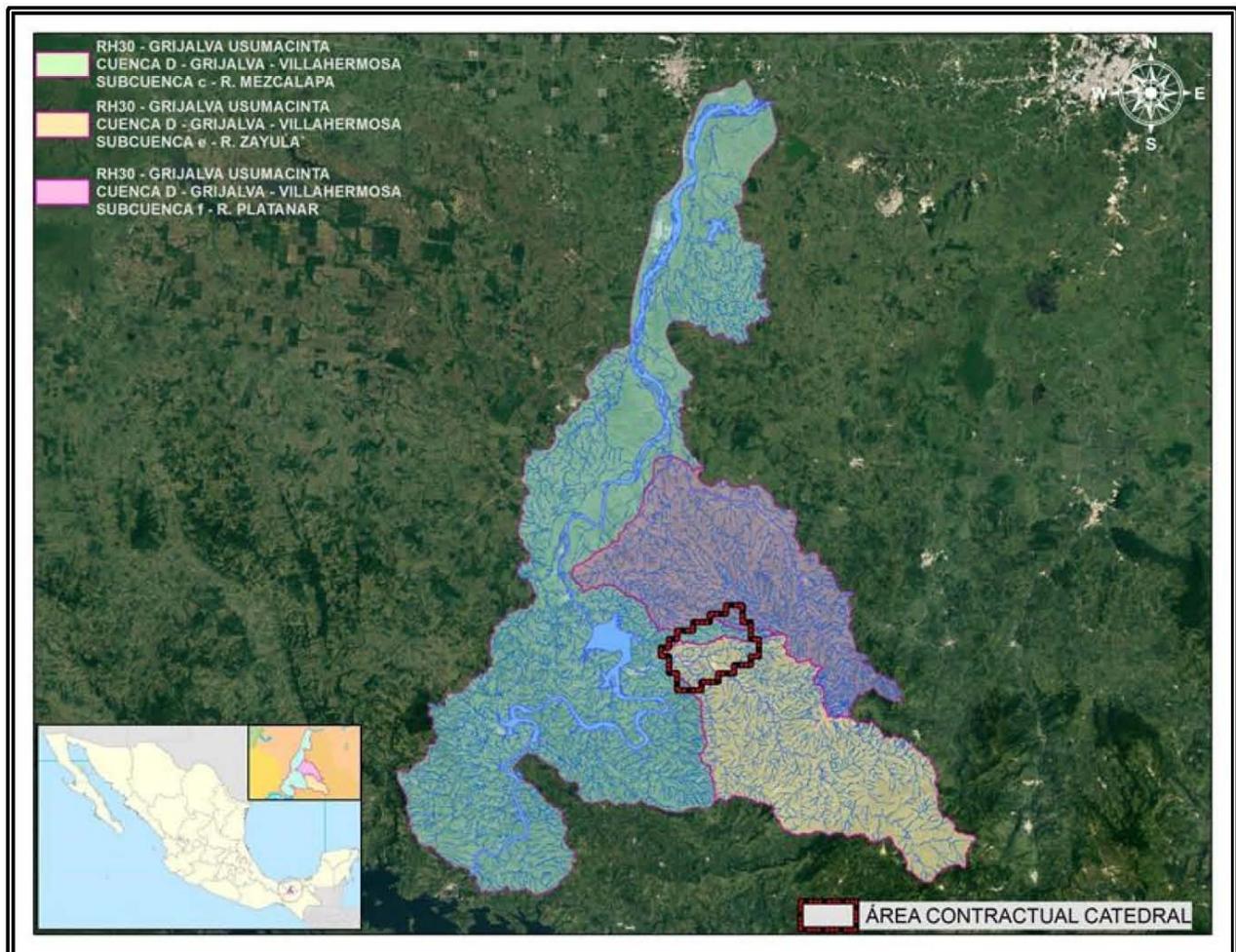


Figura 8.1.2.4-3.- Subcuencas hidrológicas en el Área Contractual Catedral.

Embalses y cuerpos de agua

La superficie del espejo de los cuerpos y corrientes de agua dentro del Área Contractual Catedral suma 505 804.61 m², todos son perennes. El más importante es el río Ostuacán, éste recorre el área contractual de este a oeste; los demás son los arroyos Maspac, Chulpac, Supiac y Muspac.

8.1.2.4.3 Coeficiente de escurrimiento

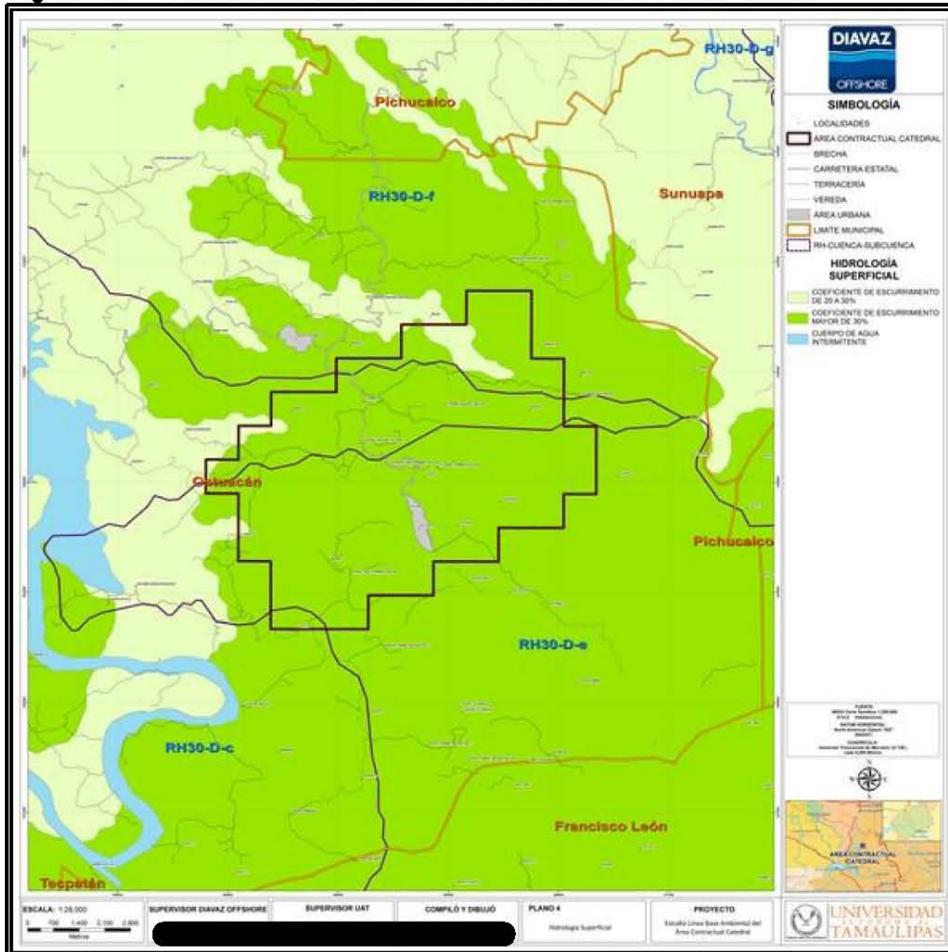
Existen áreas en donde el escurrimiento tiende a ser uniforme debido a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media principalmente. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que drena superficialmente. De acuerdo a su variación en el país estos coeficientes se agrupan en 5 rangos que presentan las condiciones del escurrimiento. Los rangos considerados son: del 0 al 5%, de 5 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 30% y mayor de 30%.

En el Área Contractual Catedral el 96,14 % de la superficie corresponde a coeficiente de escurrimiento mayor al 30% y el 3,86% a un coeficiente de escurrimiento de 20 a 30%. Estos escurrimientos tan altos son el resultado de la conjugación de tres factores: el alto contenido de arcilla del suelo, la precipitación de 4,000 mm/año y las elevadas pendientes del terreno. Tabla II.3.4.2.1.y Figura II.3.4.2.1.

Tabla 8.1.2.4-2.-Coeficientes de escurrimiento del Área Contractual Catedral

DESCRIPCIÓN	ÁREA, m ²	HAS.	KM ²	PORCENTAJE
Coefficiente de escurrimiento de 20 a 30%	2235324.7974	223.5325	2.2353	3.86%
Coefficiente de escurrimiento mayor de 30%	55695681.3060	5569.5681	55.6957	96.14%
TOTAL	57931006.1034	5793.1006	57.9310	100.00%

Figura 8.1.2.4-3 Coeficientes de escurrimiento del Área Contractual Catedral



8.1.2.4.4 Patrón de drenaje

Es el conjunto de canales, ríos, lagos y arroyos existentes en una cuenca hidrográfica. Todos los sistemas de drenaje están compuestos por una red interconectada de corrientes que, juntas, forman modelos concretos. Estos modelos de drenaje responden a los tipos de rocas o modelos estructurales de fallas y pliegues presentes.

Cuenca exorreica: Es aquella en la que el punto de salida se localiza en los límites de la cuenca y a su vez la descarga se vierte en una corriente o en el mar.

Drenaje dendrítico: Se compara con pequeñas hebras o hilos. Son cursos pequeños, cortos e irregulares, que andan en todas las direcciones, cubren áreas amplias y llegan al río principal formando cualquier ángulo.

El tipo de cuenca donde se ubica el Área Contractual Catedral es exorreica, con un patrón de drenaje dendrítico. Figuras 8.1.2.4-4 y 8.1.2.4-5

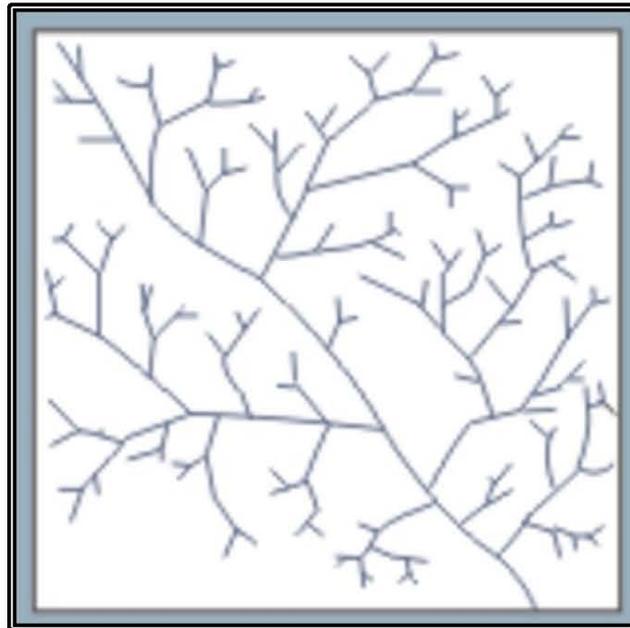


Figura 8.1.2.4-4.- Patrón de drenaje dendrítico

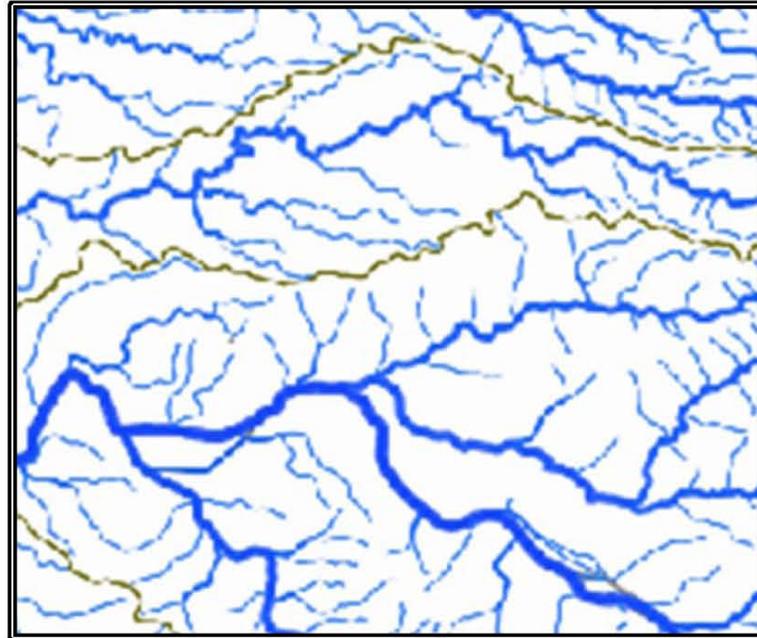


Figura 8.1.2.4-5.-Patrón de drenaje Área Contractual Catedral

8.1.2.4.5 Hidrología Subterránea

Las aguas subterráneas que se depositan en los acuíferos del país son vitales para garantizar los abastecimientos de agua de la población urbana, pues gran parte de las ciudades y localidades dependen de ellas. Igualmente importantes son para la agricultura, industria, comercio y servicios.

8.1.2.4.6 Acuíferos

EL agua subterránea del país se deposita en los acuíferos que se definen como cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. LAN.- Artículo 3 Fracción II. El país se ha subdividido en 653 acuíferos o unidades hidrogeológicas. Los acuíferos del país presentan diferentes estatus de disponibilidad o en déficit, estos últimos se debe a que han sido sobreexplotados. Los acuíferos



sobreexplotados son aquellos en el que la extracción del agua subterránea supera al volumen de recarga media anual, de tal forma que la persistencia de esta condición por largos periodos de tiempo ocasiona alguno o varios de los siguientes impactos ambientales: agotamiento o desaparición de manantiales, lagos, humedales; disminución o desaparición del flujo base en ríos; abatimiento indefinido del nivel del agua subterránea; formación de grietas; asentamientos diferenciales del terreno; intrusión marina en acuíferos costeros; migración de agua de mala calidad. Estos impactos pueden ocasionar pérdidas económicas a los usuarios y a la sociedad.

El Área Contractual Catedral se ubica en el acuífero Reforma, con clave 0702, que cuenta con una disponibilidad de 190,990048 millones de metros cúbicos de acuerdo a la CONAGUA 2015, publicado en D.O.F. el 20 de abril del 20015.

8.1.2.4.7 Acuífero Reforma, 0702

El acuífero Reforma se localiza en la porción norte del estado de Chiapas y cubre una superficie de 4017 km², que representa cerca del 5,44% del territorio estatal.

El acuífero Reforma se ubica en los siguientes municipios: Ocoatepec, Tecpatán, Chapultenango, Ixtacomitán, Ostuacán, Sunuapa, Pichucalco, Estación Juárez y Reforma, Chiapas; los dos primeros son cubiertos en forma parcial y el resto en forma total. Las poblaciones principales que se encuentran dentro del perímetro del acuífero son: Reforma, Pichucalco y Juárez. Figura 8.1.2.4-6.

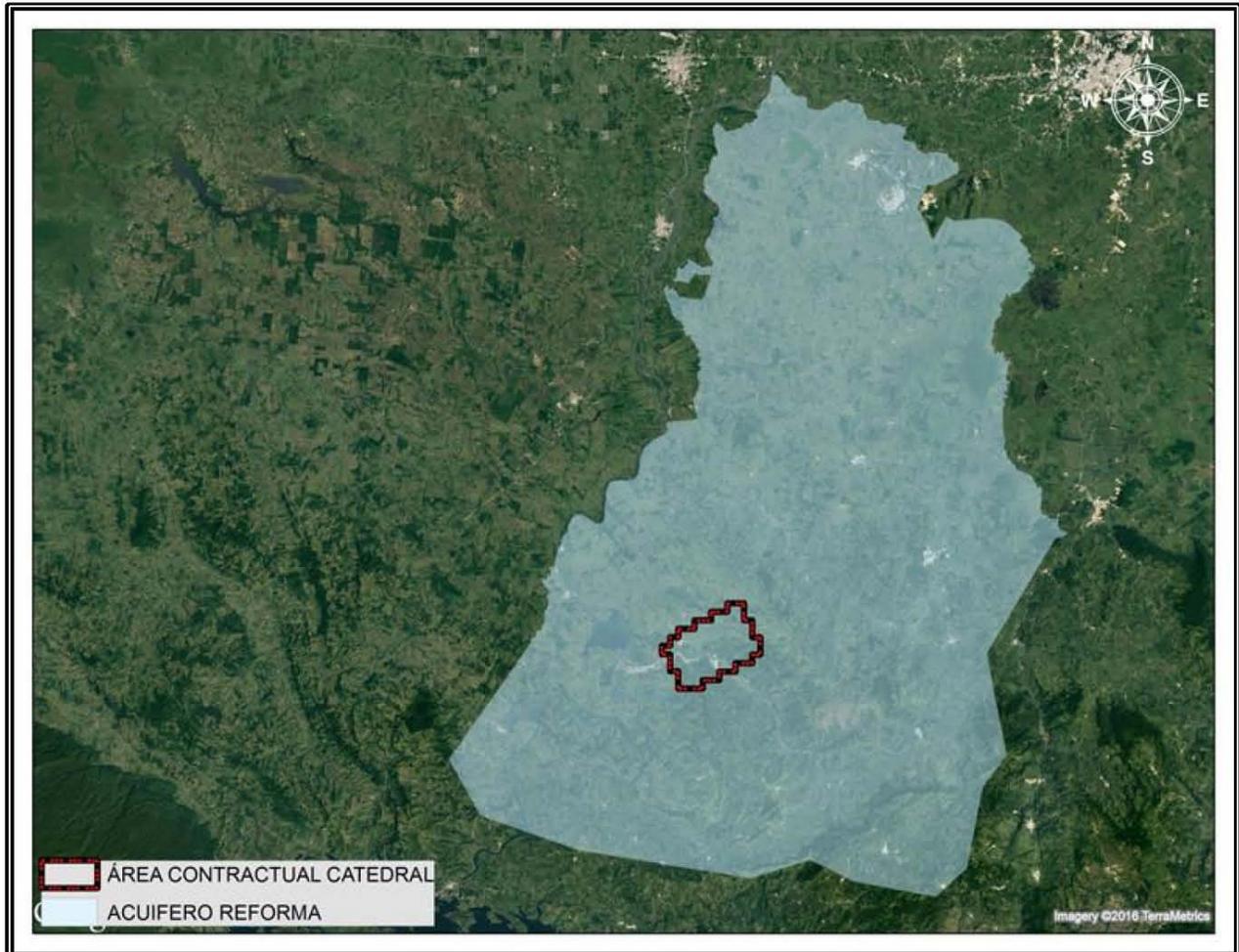


Figura 8.1.2.4-6.- Acuífero Reforma.

8.1.2.4.8 Tipos de Acuífero

8.1.2.4.8.1 Acuífero Reforma (0702)

Las rocas que componen la columna estratigráfica de la zona del acuífero cubren un rango de edad que va del Cretácico al Reciente; se describen a continuación sus principales características, partiendo de las más antiguas y concluyendo con las de reciente formación.



Cretácico Inferior

Las rocas de esta edad están compuestas principalmente por dolomitas con textura microcristalina y cristalina, con fracturas. Afloran en el extremo sureste del área, con un espesor de 250m y debido a su microfauna se les ha asignado una edad comprendida entre el Albiano y el Cenomaniano.

Cretácico Superior

Dentro de esta edad se han diferenciado las siguientes formaciones: Agua Nueva, con un espesor de 140m, constituida principalmente por calizas cristalinas con nódulos de pedernal y arcillas perteneciente al Turoniano; por encima se encuentra la formación San Felipe con un espesor de 150m, constituida por calizas de grano fino, arcillosas, a la que se le ha asignado edad Cenomaniano. Por último, la Formación Méndez de edad Maestrichtiana, cubre a la formación San Felipe; tiene un espesor de 220m, y está constituida por margas, con textura suave a semidura.

Paleoceno

Corresponde a un potente cuerpo de 250 m de espesor, de lutitas de consistencia dura a semidura, arenosas, en partes bien cementadas por material calcáreo, se les ha encontrado foraminíferos, en base a los cuales se ha asignado a estos sedimentos una edad Paleoceno.

Eoceno

Es descrita como un paquete de 1,000 m de espesor que subyace a sedimentos del Oligoceno, constituido principalmente por lutitas que varían en textura de fina a media.

Oligoceno

La mayor parte de los sedimentos que constituyen las elevaciones topográficas del área, corresponden a esta edad, detectada por la microfauna que presentan; están constituidos de lutitas, así como por capas regulares de arenas e intercalaciones de cenizas volcánicas.



Pleistoceno y Reciente

A esta edad corresponden los depósitos granulares finos con espesores de alrededor de 30 m, que se encuentran cubriendo a los sedimentos del Terciario que constituyen la Planicie Costera.

8.1.2.4.9 Unidades geohidrológicas.

Material (roca o suelo) o conjunto de materiales, cuyas características fisicoquímicas les permiten, en diferente grado, almacenar y transmitir el agua subterránea y las posibilidades acuíferas. La clasificación de las unidades geohidrológicas presentada por el INEGI, toma en cuenta las características físicas de las rocas, así como las de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolas en dos grupos: material consolidado y material no consolidado, con posibilidades bajas, medias, o altas de funcionar como acuífero.

A continuación se describen las unidades geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Catedral en la Tabla 8.1.2.4-3 se presenta el área que ocupa cada una de ellas en referencia al área total y en la Figura 8.1.2.4-7 se presenta la distribución de las unidades en el Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1.2.4-3 .- Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Catedral.

DESCRIPCIÓN	AREA, m ²	HAS	KM ²	PORCENTAJE
Material no consolidado con posibilidades altas	1666836.0062	166.6836	1.6668	2.88%
Material consolidado con posibilidades bajas	51179238.287	5117.9238	51.1792	88.35%
Material no consolidado con posibilidades medias	5084931.9079	508.4932	5.0849	8.78%
TOTAL	57931006.201	5793.100	57.9310	100.00%



Material no consolidado con posibilidades bajas

Lo constituyen fragmentos de basaltos, areniscas de grano fino, medio y alto contenido de arcillas. Se considera también a los depósitos eólicos, litorales y lacustre ya que por el contenido de arcillas les da permeabilidad baja y pocas posibilidades de contener agua económicamente explotables.

Material no consolidado con posibilidades Medias

Está formado por depósitos aluviales y conglomeráticos, el espesor de estos sedimentos es muy variable y no muy potente; los sedimentos aluviales están constituidos por lentes de grava, arena y arcilla, los cuales se encuentran con grados variables de compactación y cementación por lo que presentan en general una permeabilidad media; el conglomerado es polimíctico, los fragmentos se encuentran subredondeados y presentan diámetros de hasta 15 cm. Dispuestos en una matriz areno-arcillosa, el grado de cementación es variable en la unidad, además presenta lentes de arena.

Material no consolidado con posibilidades altas

Está constituido por material clástico, que varía en su granulometría, de limos a gravas, y en su grado de compactación, constituyen acuíferos libres. Este material se encuentra rellenando las partes bajas de la cuenca.

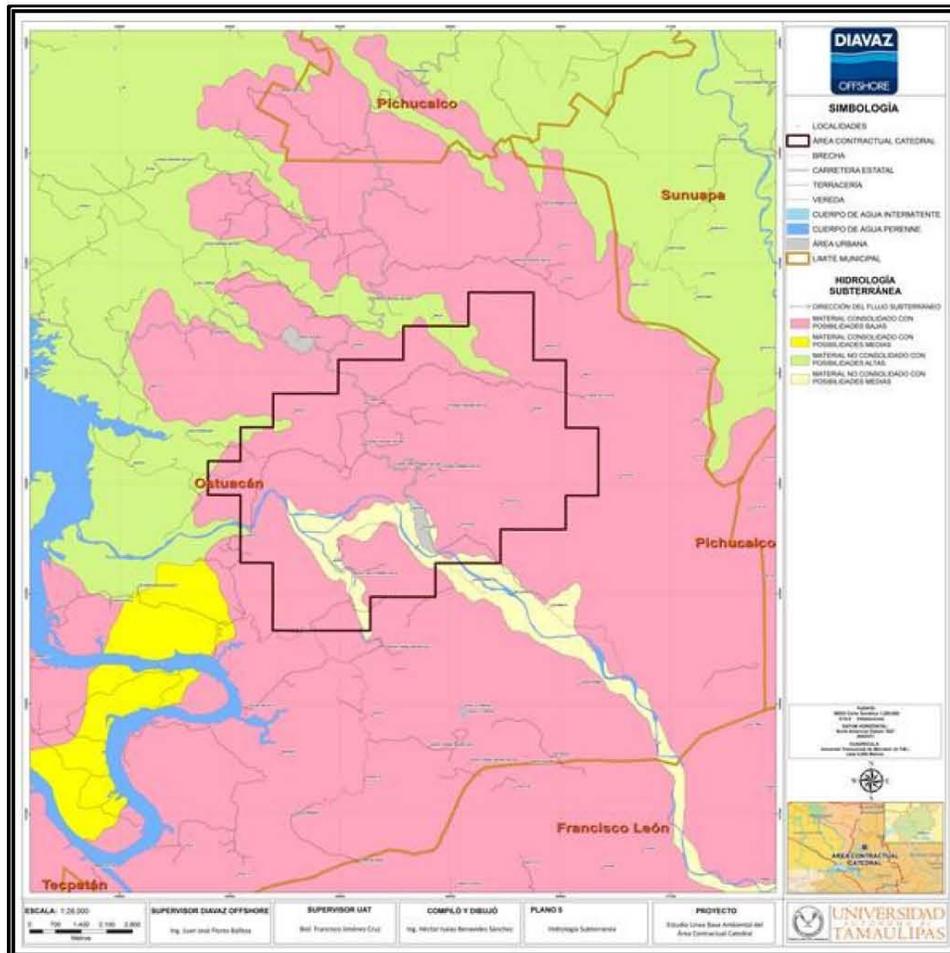


Figura 8.1.2.4-7.-Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Cathedral.

Pozos de agua

Existe un pozo profundo en la cabecera municipal, otro en Nuevo Xochimilco.

8.1.2.4.10 Infiltración

El agua precipitada sobre la superficie de la tierra, queda detenida, se evapora, discurre por ella o penetra hacia el interior.

La infiltración se define como la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, esta cantidad de agua quedará retenida en el suelo o alcanzará el nivel freático del acuífero, incrementando el volumen de éste.

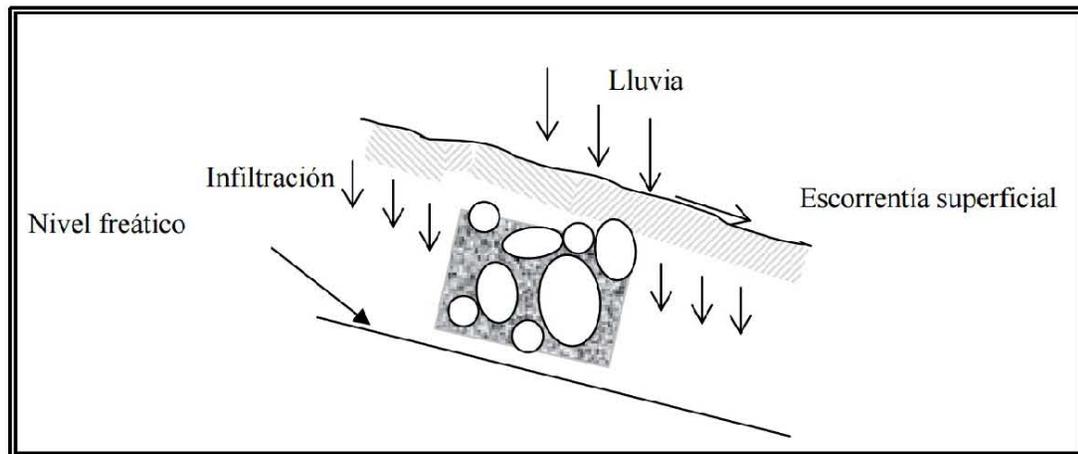


Figura 8.1.2.4-8.-Infiltración

Existen diversos factores que influyen tanto en el origen de la infiltración como en la cantidad de agua infiltrada:

La precipitación es un factor externo a las propiedades del terreno. La existencia de precipitación es la causa de que exista infiltración siempre y cuando se supere un cierto umbral mínimo exigible.

Ortiz y Ortiz (1980), mencionan que los factores principales que determinan la magnitud del movimiento del agua por infiltración son:

1. Textura. Los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. En un suelo arenoso se favorece la infiltración.
2. Estructura. Suelos con grandes agregados estables en agua tienen proporciones de infiltraciones más altas.



3. Cantidad de materia orgánica. Altas proporciones de materia orgánica sin descomponer propician que una mayor cantidad de agua entre al suelo.
4. Profundidad del suelo a una capa endurecida "hardpan", lecho rocoso u otras capas impermeables influyen en la infiltración. Los suelos delgados almacenan menos agua que los suelos profundos.
5. Cantidad de agua en el suelo. En general un suelo mojado tendrá una menor infiltración que un suelo seco.
6. Temperatura del suelo. Los suelos calientes permiten mayor infiltración del agua que los suelos fríos.
7. Cantidad de organismos vivos. A mayor actividad microbiológica en los suelos habrá una mayor infiltración. Un caso típico es la elaboración de pequeños túneles por las lombrices, los cuales favorecen la infiltración y la penetración de las raíces así como la aireación.

La pendiente del terreno favorece el tránsito del agua llovida en forma de escurrimiento superficial; a mayor pendiente menor tiempo de tránsito superficial del agua y menor permanencia de agua en el terreno y menor infiltración.

La vegetación favorece la retención del agua, lo que aumenta el tiempo de permanencia del agua en el terreno y, en consecuencia, la infiltración.

El análisis de la infiltración en el ciclo hidrológico es de importancia básica en la relación entre la precipitación y el escurrimiento.

Para estimar la cantidad de agua infiltrada en el Área Contractual Catedral se aplicará la siguiente fórmula:

$$I = P - E - C$$

I= Infiltración, mm

P= Precipitación pluvial anual media, mm

E= Evapotranspiración real, mm



C= Escurrimiento, mm

La precipitación pluvial anual media se tomará del capítulo de Climatología y Meteorología, el escurrimiento se calculará con base en el coeficiente de escurrimiento presentado en la sección II.3.4.2.1, de este capítulo y la evapotranspiración real se tomará de la Carta de Evapotranspiración Real en la República Mexicana, CONABIO 1990, Figura II.3.4.4.1. La fracción del total de la evapotranspiración real que se utilizará para el cálculo de la infiltración será conforme a lo dispuesto en la NOM-011-CONAGUA-2015, que dice: “El valor de esa fracción varía entre un máximo de uno, cuando el nivel freático aflora, y cero cuando éste se halla a profundidades mayores que la altura de la faja capilar de los materiales predominantes entre la superficie del terreno y el nivel freático; a falta de información, se supondrá que el valor de la fracción varía entre valores extremos linealmente según la profundidad de dicho nivel”.

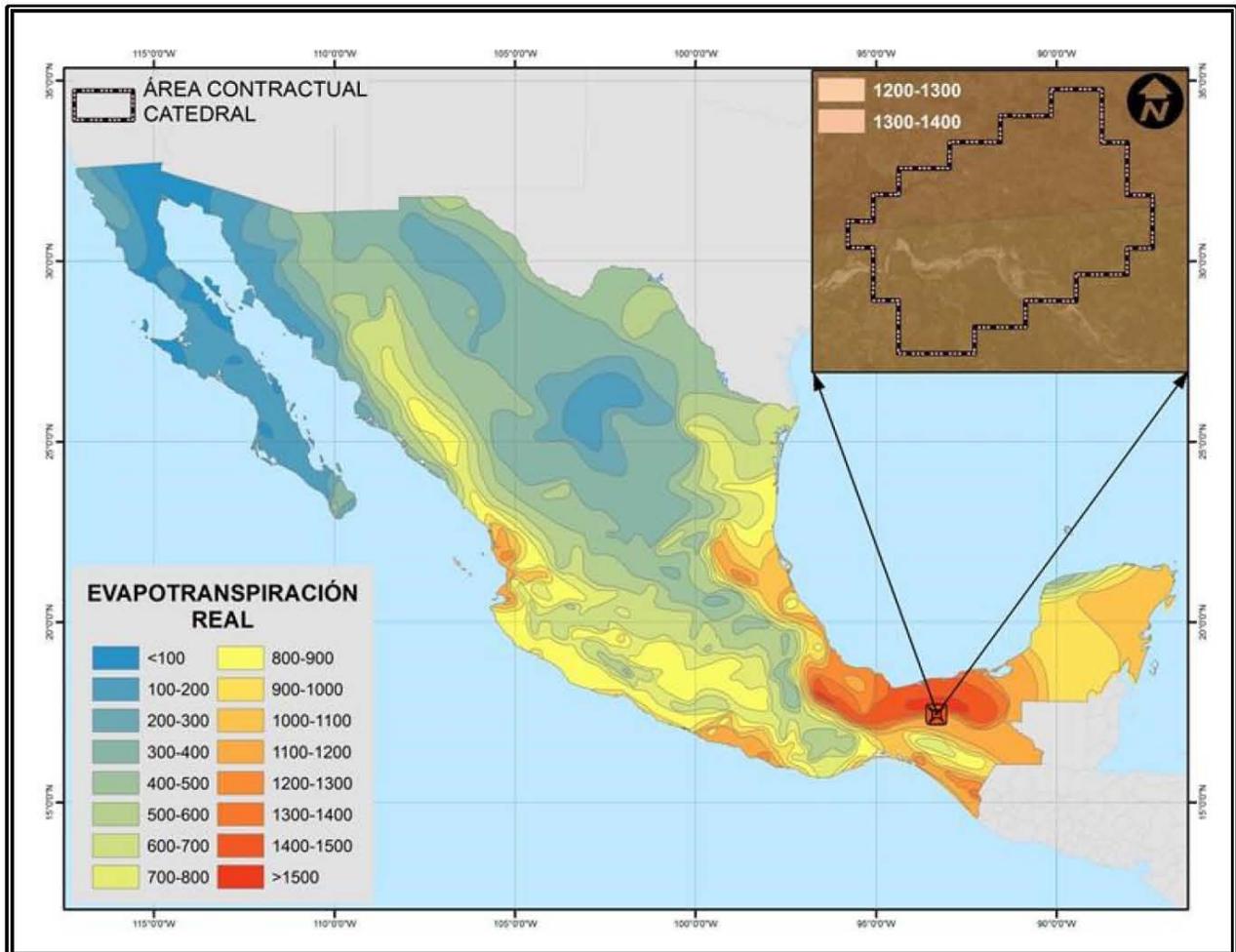


Figura 8.1.2.4-9.- Evapotranspiración real en el Área Contractual Catedral, CONABIO, 1990.

Así obtenemos una infiltración de 2,471.7 mm/m²/año para la superficie con un coeficiente de escurrimiento de 20-30% y 2,256.92 mm/m²/año para la superficie con coeficiente de escurrimiento mayor a 30 %. Es decir, 24,717 m³/ha/año y 22,569.2 m³/ha/año, respectivamente.

El Área Contractual Catedral tiene una superficie de 57,93 km² por lo que su contribución por infiltración vertical a la recarga del acuífero Reforma es de 131.22 Mm³/ha/año. En este acuífero no se tienen por separado los datos de infiltración vertical y la infiltración por corrientes superficiales; sólo se tiene unificada la recarga natural que asciende a 2,968.87 Mm³/ha/año. La recarga inducida, producto de los retornos de riego, es del orden de



0.03 Mm³ /año; de los cuales, el 99.5% corresponden a la demanda de aguas superficiales y el 0.5% a la demanda de aguas subterráneas.

8.1.2.4.11 Balance y disponibilidad de aguas subterráneas del acuífero Reforma.

En el documento “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Reforma (0702), estado de Chiapas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015, se presenta el balance de aguas subterráneas de dicho acuífero.

8.1.2.4.11.1 Recarga Natural

La recarga natural del acuífero Reforma, es del orden de 2,968.87 Mm³/año; la cual básicamente comprende la infiltración por precipitación de la lluvia y la infiltración por corrientes.

La recarga inducida, producto de los retornos de riego, es del orden de 0.03 Mm³/año; de los cuales, el 99.5% corresponden a la demanda de aguas superficiales y el 0.5% a la demanda de aguas subterráneas.

8.1.2.4.11.2 Evapotranspiración

La salida por evapotranspiración se estimó en 290.409 Mm³/año; considerando la profundidad de los niveles estáticos de la región entre 6 y 15 m, y aplicando un porcentaje del 5% de la evapotranspiración potencial media anual.

8.1.2.4.11.3 Descargas naturales

El volumen por descarga natural es del orden de 2604.98 Mm³/año; de los cuales, 2459.78 Mm³/año, corresponde a la descarga por corrientes que drenan la superficie del acuífero y 145.20 Mm³/año a salidas por flujo horizontal.

8.1.2.4.11.4 Bombeo



La extracción de aguas subterráneas por bombeo, a través de 108 aprovechamientos, es del orden de 73.473 Mm³/año; de los cuales, el 98% corresponde al sector industrial y el 2% restante a los demás usos.

8.1.2.4.11.5 Cambio de almacenamiento

No existen variaciones en los niveles del agua, por lo tanto no existe cambio de almacenamiento.

8.1.2.4.11.6 Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

$$D = R - \text{DNCOM} - \text{VCAS}$$

D= Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica

R= Recarga total media anual

DNCOM= Descarga natural comprometida

VCAS= Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA

$$D = 2'968,900,000 - 2'750,195,000 - 27.714952 = 190.990048$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de **190,990,048** metros cúbicos anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Reforma, en el estado de Chiapas. **En este acuífero no hay déficit de agua.**

Tabla 8.1.2.4-5.- Parámetros acuífero Reforma.

CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
0702	REFORMA	2,968.9	2,750.19	27,714,952	73.5	190.990048	0.000000

Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Reforma (2702), estado de Chiapas, Diario Oficial de la Federación.

R= Recarga media anual; DNCOM= Descarga natural comprometida; VCAS= Volumen concesionado de aguas subterráneas; VEXTET= Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS= Disponibilidad media anual de aguas subterráneas. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales 3 y 4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

8.1.2.4.12 Calidad del Agua

La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales.

Los parámetros principales de la calidad del agua reflejan la función física y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción. Los parámetros principales (temperatura, conductividad específica, turbidez, pH, oxígeno disuelto) se pueden medir fácilmente y constituyen una manera de clasificar posibles factores de estrés para la salud del sistema acuático. Además, otras medidas de calidad del agua (nutrientes primarios, sólidos disueltos totales, metales pesados, agentes patógenos, compuestos orgánicos) ayudan a caracterizar la calidad del agua y a determinar los posibles impactos en la vida acuática y en seres humanos.

La CONAGUA tiene publicada entre sus principales indicadores de calidad del agua, la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y la concentración de sólidos suspendidos totales (SST). La DBO5 es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando condiciones de “anoxia” que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos Ver Tabla 8.1.2.4-6.

Tabla 8.1.2.4-6.-Indicadores de la Calidad del Agua. Escalas de Clasificación.

CRITERIO (mg/l)	CLASIFICACIÓN	COLOR
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)		
DBO ₅ ≤ 3	EXCELENTE No contaminada	AZUL
3 < DBO ₅ ≤ 6	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	VERDE
6 < DBO ₅ ≤ 30	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	AMARILLO
30 < DBO ₅ ≤ 120	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	NARANJA
DBO ₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	ROJO
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO		
DQO ≤ 10	EXCELENTE No contaminada.	AZUL
10 < DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
20 < DQO ≤ 40	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	AMARILLO
40 < DQO ≤ 200	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	NARANJA
DBO ₅ > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	ROJO
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)		
SST ≤ 25	EXCELENTE Clase de excepción, muy buena calidad	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces	ROJO

Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA. (Modificado de Porcella, D.B. (1983). Protocol for Bioassessment of Hazardous Waste Sites, Environmental Research Laboratory, U.S.Environmental Protection Agency, Corvallis, OR, EPA 60072-83/054, NTIS Publ. No. PB83-241737. Citado por: Burton, G. A. y Pitt E. R. (2002). Stormwater effect handbook: a toolbox for watershed managers, scientist, and engineers. Lewis Publishers. A CRC Press Company. 911 p)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO₅) es parámetro que se utiliza para estimar la cantidad de materia orgánica que es degradada por procesos biológicos. Un aumento en la DBO₅ provoca una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que es indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. El origen de la materia orgánica susceptible a biodegradarse, son las aguas residuales domésticas.



La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que sirve para estimar la cantidad de materia orgánica en el agua que es oxidada o degradada por medios químicos. Este parámetro mide tanto materia orgánica biodegradable como no biodegradable. Un aumento en este parámetro indica presencia de aguas residuales no municipales, es decir, aguas residuales provenientes principalmente de la industria.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es un parámetro fisicoquímico que mide la cantidad de material (sólidos) que se encuentran suspendidos en el agua y no pueden ser disueltos. Su presencia causa turbiedad en el agua y reducen la penetración de la luz solar en los cuerpos de agua, reduciendo la actividad fotosintética y limitando el crecimiento de plantas acuáticas. Su origen puede ser antropogénico, por medio de aguas residuales, o por procesos erosivos, principalmente en zonas agrícolas y zonas altamente deforestadas.

Es importante mencionar que el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. Por otro lado, los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

En lo que corresponde al agua subterránea, los sólidos totales disueltos son la medida más representativa de la salinidad del agua. De acuerdo a su concentración las aguas subterráneas se clasifican en dulces (<1 000 mg/l), ligeramente salobres (1 000 a 2 000 mg/l), salobres (2 000 a 10 000 mg/l) y salinas (>10 000 mg/l).

El límite entre el agua dulce y la ligeramente salobre coincide con la concentración máxima señalada por la modificación de la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humanos –límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", D.O.F., 20 octubre de 2000.



Normatividad

Todo el proceso de muestreo se ajustó a lo dispuesto en las siguientes Normas Mexicanas:

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales.- Muestreo.

NMX-AA-014-1980 Muestreo en cuerpos receptores.

Para determinar la calidad del agua superficial se tomaron como referencias los Indicadores de la Calidad del Agua de la Tabla II.3.4.4.I y los criterios establecidos en CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua.

Para determinar la calidad del agua subterránea se tomó como referencia la siguiente norma:

Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 “Salud ambiental, agua para uso y consumo humanos –límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, D.O.F., 20 octubre de 2000.

En la Tabla 8.1.2.4-7 se presentan los parámetros fisicoquímicos analizados y los métodos analíticos utilizados:

Tabla 8.1.2.4.7.- Métodos analíticos utilizados para los parámetros.

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADES
Oxígeno disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001	mg/L
Sólidos Disueltos Totales	NMX-AA-034- SCFI-2001	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	NMX-AA-034- SCFI-2001	mg/L
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001	Mg de CaCO ₃ /L
SAAM	NMX-AA-039-SCFI-2001	Mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	NMX-AA-028-SCFI-2001	Mg/L
Grasas y Aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013	Mg/L
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001	Ph
Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006	Mg de N/L
Coliformes Totales	NMX-AA-042-SCFI-1987	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMX-AA-042-SCFI-1987	NMP/100ml
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001	Mg de N/L
Fosfatos	NMX-AA-029-SCFI-2001	Mg de P/L
Color verdadero	NMX-AA-045-SCFI-2001	Unidades color Pt-Co
Turbiedad	NMX-AA-038-SCFI-2001	Unidades UTN
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000	mS/m
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001	Mg/L

Calidad del agua a nivel regional

De acuerdo con los resultados de la Red Nacional de Monitoreo la calidad del agua superficial a nivel regional se presenta en la Tabla XXX, que nos muestra la distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales en la región hidrológico-administrativa XI Frontera Sur, de acuerdo a los indicadores DBO, DQO y SST, 2014.

Como puede observarse, el indicador DQO es el que más impacta negativamente en la calidad del agua superficial de la región, esto se debe a que como lo indica la CONAGUA, los sitios de monitoreo están localizados en las zonas con mayor influencia antrópica, y por lo tanto con mayores descargas de aguas residuales industriales.

Tabla 8.1.2.4-8.- Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales en la región hidrológico-administrativa XI Frontera Sur, de acuerdo a los indicadores DBO, DQO y SST, 2014.

EXCELENTE	BUENA CALIDAD	ACEPTABLE	CONTAMINADA	FUERTEMENTE CONTAMINADA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DBQ				
62.0	26.0	10.4	1.2	0.4
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, DQO				
4.0	44.8	38.8	11.2	1.2
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SST				
45.8	46.4	6.3	1.4	0.0

Fuente: Estadísticas del agua en México, CONAGUA, 2015

En relación a la calidad del agua subterránea, no existen estudios documentados de la calidad del agua del acuífero Reforma, sin embargo en los acuíferos aledaños han realizado estudios de hidrogeoquímica en los cuales han encontrado que el agua es de buena calidad para uso público urbano, pues presentan una calidad microbiológica buena, ya que se tiene ausencia tanto de coliformes fecales como totales. Aunado a esto, se encuentra dentro de los límites permisibles en la mayoría de los parámetros establecidos en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

Se tomaron muestras de agua superficial en cuatro sitios y de agua subterránea en tres sitios, Tabla 8.1.2.4-9 y Figura 8.1.2.4-10

Tabla 8.1.2.4-9.- Coordenadas de los sitios de muestreo.

ID	COORDENADAS SITIOS DE MUESTREO	
	X	Y
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL		
01-CA-HSUP	465019	1924137
02-CA-HSUP	459171	1924930
03-CA-HSUP	466044	1928592
04-CA-HSUP	462741	1928484
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA		
01-CA-HSUB	464531	1924289
02-CA-HSUB	468275	1928536
03-CA-HSUB	461336	1929675

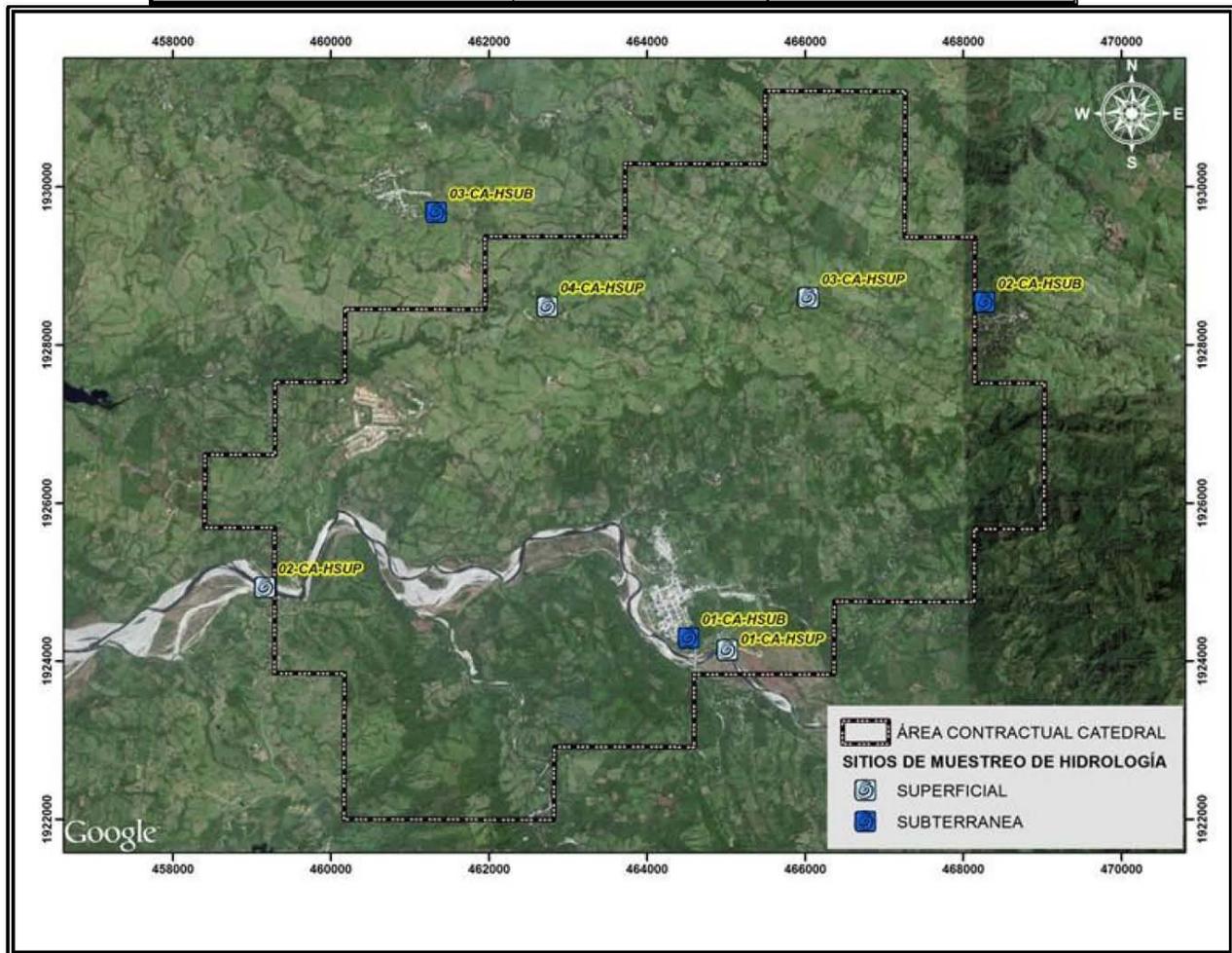


Figura 8.1.2.4-10.- Ubicación de los sitios de muestreo.



AGUA SUPERFICIAL, MUESTREO Y RESULTADOS

Para el análisis, los resultados se cotejaron con los valores presentados en la Tabla II.3.4.4 Indicadores de la Calidad del Agua, escalas de clasificación.

Las muestras fueron analizadas para DBO y SST, el indicador DQO no fue probado porque el Área Contractual Catedral es rural, donde no hay descargas residuales de la industria.

También estos resultados se contrastaron con los niveles establecidos en CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua. Los potenciales usos evaluados son: Recreativo con contacto primario, riego agrícola, pecuario y fuente de abastecimiento de agua potable.

Calidad para uso recreativo con contacto primario: Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada en actividades de esparcimiento, que garantiza la protección de la salud humana por contacto directo.

Calidad para riego agrícola: Grado de calidad del agua, requerido para llevar a cabo prácticas de riego sin restricción de tipos de cultivo, tipos de suelo y métodos de riego.

Calidad para uso pecuario: Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada como abastecimiento de agua para consumo por los animales domésticos, que garantiza la protección de su salud y la calidad de los productos para consumo humano.

Calidad para uso como fuente de abastecimiento de agua potable: Grado de calidad del agua, requerido para ser utilizada como abastecimiento de agua para consumo humano, debiendo ser sometida a tratamiento, cuando no se ajuste a las disposiciones sanitarias sobre agua potable.

En estos criterios la conductividad eléctrica se expresa en mmhos/cm (Milimho/cm) y en los resultados del laboratorio está en mS/m (Milisimens/metro); por lo que para hacer la comparación se establece la siguiente igualdad: $1 \text{ mS/m} = 0.01 \text{ mmhos/cm}$.

Tabla 8.1.2.4-10.- Niveles máximos permitidos por CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua, para los distintos usos potenciales.

SUSTANCIA O PARÁMETRO	FUENTE DE ABASTECIMIENTO O DE AGUA POTABLE	RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO	RIEGO AGRÍCOLA	PECUARIO
Alcalinidad como (como CaCO ₃)	400.0			
Cloruros (como Cl ⁻)	250.0			
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000.0	(XVIII)	1000.0	
Color (Unidades escala Pt-Co)	75.0			
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)			1.0(XX)	
Fosfatos (como PO ₄) fósforo elemental	0.1			
Grasas y aceites	Ausente			
Nitratos (NO ₃) (como N)	5.0			90.0
Nitritos (NO ₂) (como N)	0.05			10
OLOR	Ausente			
pH	5-9		4.5-9.0	
Sólidos disueltos	500.0		500.0 (XXXV)	1000.0
Sólidos suspendidos	500.0		50.0	
SAAM	0.5			
Turbiedad (Unidades escala de sílice)	Condiciones naturales			
Oxígeno disuelto				

XVIII. Los organismos no deben exceder de 200 como número más probable en 100 mililitros (NMP/100 ml) en agua dulce o marina, y no más del 10% de las muestras mensuales deberá exceder de 400 NMP/100ml.

XX. Este nivel considera el uso del agua bajo condiciones medias de textura del suelo, velocidad de infiltración, drenaje, lámina de riego empleada, clima y tolerancia de los cultivos a las sales. Desviaciones considerables del valor medio de estas variables pueden hacer inseguro el uso de esta agua.

XXXV. La concentración de sólidos disueltos que no tiene efectos nocivos en ningún cultivo es de 500mg/L, en cultivos sensibles es de entre 500 y 1000 mg/L en muchas cosechas que requieren de manejo especiales de entre 1000 y 2000 mg/L y para cultivos de plantas tolerantes en suelos permeables es de entre 2000 y 5000 mg/L, requiriendo de un manejo especial.

Sitio de muestreo 01-CA-HSUP, agua superficial



Fotografía 8.1.2.4-1.-Río Ostucán muestreado. Fotografía 2 Toma de muestras. Fotografía 3 Análisis *in situ*. Fotografía 4 Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Se tomaron las muestras el 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 465019, 1924137.

En la **Tabla 8.1.2.4-11.-** se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.99	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	ND	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	104,00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	ND	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	436,00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.309	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	2.80	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	>2400	NMX-AA-042-SCFI1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	>2400	NMX-AA-042-SCFI1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	15	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	114.94	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	563.0	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	272.87	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.130	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	20.36	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	9.34	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	ND	NMX-AA-039-SCFI-2001

Tabla 8.1.2.4-11.- Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 01-CA-HSUP.

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 104 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel “ACEPTABLE: Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido”. El valor de la DBO es de 2,80 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable, el nivel de coliformes, totales y fecales, se encuentra por arriba del límite máximo permitido; no es apta para uso recreativo con contacto primario por su alto contenido de coliformes fecales; por la misma razón no es adecuada para riego agrícola; sí es apta para uso pecuario.

Es el río Ostuacán en su ingreso al Área Contractual Catedral; tiene descargas de aguas negras crudas, así a pesar de ser un ecosistema lótico, presenta elevados niveles de coliformes, totales y fecales.

Sitio de muestreo 02-CA-HSUP, agua superficial



Fotografía 8.1.2.4-2.- Río Ostucán, muestreado. Fotografía 2 Toma de muestras de agua. Fotografía 3 Análisis *in situ*. Fotografía 4 Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Se tomaron las muestras el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 459171, 1924930.

En la Tabla 8.1.2.4-12.- se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.95	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	ND	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	208,00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	0.030	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	428,00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.853	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	2.40	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	>2400	NMX-AA-042-SCFI1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	>2400	NMX-AA-042-SCFI1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	15	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	252.94	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	388.0	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	199.66	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.160	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	20.36	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	8.91	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	ND	NMX-AA-039-SCFI-2001

En la Tabla 8.1.2.4-12.- Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 02-CA-HSUP.

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es de 208,0 mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel “CONTAMINADA: Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido”.

El valor de la DBO es de 2,40 mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE No contaminada”.

En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua no es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable, el nivel de coliformes, totales y fecales, se encuentra por arriba del límite máximo permitido; no es apta para uso recreativo con contacto primario por su alto contenido de coliformes fecales; por la misma razón no es adecuada para riego agrícola; sí es apta para uso pecuario.

Es el río Ostuacán en su slida del Área Contractual Catedral; tiene descargas de aguas negras crudas, así a pesar de ser un ecosistema lótico, presenta elevados niveles de coliformes, totales y fecales.

Sitio de muestreo 03-CA-HSUP, agua superficial



Fotografía 8.1.2.4-3.- Arroyo muestreado. Fotografía 2 Toma de muestras. Fotografía 3 Pruebas *in situ*. Fotografía 8.1.2.4-3 Envasado, etiquetado y conservación de muestras. Las muestras se tomaron el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 466044, 1928592.

En tabla 8.1.2.4-13.- se muestran los resultados obtenidos

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.15	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	4.23	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	ND	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	ND	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	140.00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.093	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	ND	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	1100.00	NMX-AA-042-SCFI1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	460.00	NMX-AA-042-SCFI1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	5	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	4.72	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	69.00	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	34.08	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.080	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	ND	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.73	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	0.21	NMX-AA-039-SCFI-2001

Tabla 8.1.2.4-13.- Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 03-CA-HSUP.

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es ND mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel “EXCELENTE: Clase de excepción, muy buena calidad”. El valor de la DBO es ND mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE No contaminada”. En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua sí es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable; no es apta para uso recreativo con contacto primario, los coliformes fecales se encuentran arriba del nivel máximo permitido; sí es adecuada para riego agrícola; sí es apta para uso pecuario.

Este es un pequeño arroyo corriente; además del agua de la montaña, la superficie de captación que lo alimenta corresponde a praderas de gramíneas para pastoreo de ganado bovino.

Sitio de muestreo 04-CA-HSUP, agua superficial



Fotografía 8.1.2.4-4.- Panorámica del sitio de muestreo. Fotografía 2 Toma de muestras. Fotografía 3 Análisis *in situ*. Fotografía 4 Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Las muestras se tomaron el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 462741, 1928484.

En la tabla 8.1.2.4-14.-Se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros de medición	Resultado	Método empleado
pH en unidades de pH	7.97	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	2.96	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	ND	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	ND	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	66.00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.033	NMX-AA-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	ND	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	240.00	NMX-AA-042-SCFI1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	210.00	NMX-AA-042-SCFI1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	10	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	5.03	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	115.0	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	94.18	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.330	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	ND	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.52	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	ND	NMX-AA-039-SCFI-2001

Tabla 8.1.2.4-14.-Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 04-CA-HSUP.

En relación a los Indicadores de Calidad del Agua de CONAGUA, como se observa en la tabla el valor de SST es ND mg/L, lo que ubica a este cuerpo de agua en un nivel “EXCELENTE: Clase de excepción, muy buena calidad”. El valor de la DBO es ND mg/L, lo que determina un nivel de “EXCELENTE No contaminada”. En relación con CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua se observa que esta agua sí es apta para usarse como fuente de abastecimiento de agua potable; no es apta para uso recreativo con contacto primario, los coliformes fecales superan en 10 NMP/100 ml el nivel máximo permitido; sí es adecuada para riego agrícola; sí es apta para uso pecuario.

Este es un pequeño arroyo corriente; además del agua de la montaña, la superficie de captación que lo alimenta corresponde a praderas de gramíneas para pastoreo de ganado bovino.

AGUA SUBTERRÁNEA, MUESTREO Y RESULTADOS

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea se confrontaron con los límites máximos permisibles indicados en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humanos –límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, D.O.F., 20 octubre de 2000

Sitio de muestreo 01-CA-HSUB, agua subterránea



Fotografía 8.1.2.4-5.- Pozo del que se tomaron las muestras. Fotografía 2 Toma de muestras. Fotografía 3 Pruebas *in situ*. Fotografía 4 Etiquetado y conservación de muestras.

Las muestras se tomaron el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 464531, 1924289.

En la tabla 8.1.2.4-15.-se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros de medición	Resultado	Límite permisible	Método empleado
pH en unidades de pH	7.36	6.5 – 8.5	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	ND	***15 - 25	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	ND	*** 40 - 60	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	0.020	0.020	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	406.00	1000.00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	ND	---	NMX-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	2.40	30 - 60	NMX-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	>2400	Ausencia o no detectables **(2 NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	>2400	Ausencia o no detectables **(No detectable NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	ND	20	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	2.05	5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	753.00	---	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	128.27	500.00	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	ND	10.00	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	62.10	250.00	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.41	---	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	ND	0.50	NMX-AA-039-SCFI-2001

Tabla 8.1.2.4.- Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua subterránea 01-CA-HSUB.

Esta agua no es apta para uso y consumo humanos, el nivel de coliformes fecales excede el máximo permitido;

Sitio de muestreo 02-CA-HSUB, agua subterránea



Fotografía 8.1.2.4-6.- Pozo de agua. Fotografía 2 Toma de muestras de agua. Fotografía 3 Pruebas *in situ*. Fotografía 8.1.2.4-6 Conservación de muestras.

Las muestras se tomaron el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 468275, 1928536.

En la tabla 8.1.2.4-16.-se muestran los resultados obtenidos..

Parámetros de medición	Resultado	Limite permisible	Método empleado
pH en unidades de pH	7.13	6.5 – 8.5	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	2.92	***15 - 25	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	ND	*** 40 - 60	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	0.016	1.00	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	44,00	1000.00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.089	---	NMX-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	1.0	30 - 60	NMX-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	460,00	Ausencia o no detectables **(2 NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	240,00	Ausencia o no detectables **(No detectable NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	5.0	20	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	19.04	5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	68.0	–	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	19.97	500.00	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0,370	10.00	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	ND	250.00	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	6.12	---	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	0.19	0.50	NMX-AA-039-SCFI-2001

Esta agua no es apta para consumo humano directo, los niveles de coliformes totales y fecales exceden los máximos permitidos por la norma; también la turbiedad supera el nivel.

Este es un pozo somero, que ha recibido filtraciones de los escurrimientos de agua de lluvia, que lleva partículas finas de tierra, lo que disminuye la transparencia del agua; estos escurrimientos también lavan las praderas de gramíneas donde pastorea el ganado bovino, las heces fecales de éstos seguramente contienen coliformes que terminan en el pozo.

Las demás características físicas y químicas nos indican agua dulce de buena calidad.

Sitio de muestreo 03-CA-HSUB, agua subterránea



Fotografía 8.1.2.4-7.- Pozo de agua muestreado. Fotografía 2 Toma de muestras de agua y pruebas *in situ*. Fotografía 3 Envasado, etiquetado y conservación de muestras.

Las muestras se tomaron el día 12 de septiembre de 2016. Coordenadas UTM: 461336, 1929675.

En la tabla 8.1.2.4-17.-se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros de medición	Resultado	Límite permisible	Método empleado
pH en unidades de pH	7.24	6.5 – 8.5	NMX-AA-008-SCFI-2011
Grasas y aceites en mg/L	ND	15 - 25	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos suspendidos en mg/L	ND	40 - 60	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitritos en mg N/L	ND	1.00	NMX-AA-099-SCFI-2006
Sólidos disueltos totales en mg/L	56,00	1000.00	NMX-AA-034-SCFI-2001
Fosfatos en mg P/L	0.032	5 - 10	NMX-029-SCFI-2001
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	ND	30 - 60	NMX-028-SCFI-2001
Coliformes totales NMP/100 mL	>2400	Ausencia o no detectables (2 NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Coliformes fecales NMP/100 mL	>2400	Ausencia o no detectables (No detectable NMP/100 ml)	NMX-AA-042-1987
Color verdadero en unidades color Pt-Co	5.0	20	NMX-AA-045-SCFI-2001
Turbiedad en unidades UTN	6.96	5	NMX-AA-038-SCFI-2001
Conductividad eléctrica mS/m	75	–	NMX-AA-093-SCFI-2000
Dureza total como CaCO ₃ en mg/L	14.32	500.00	NMX-AA-072-SCFI-2001
Nitratos en mg N/L	0.450	10.00	NMX-AA-079-SCFI-2001
Cloruros en mg/L	ND	250.00	NMX-AA-073-SCFI-2001
Oxígeno disuelto en mg/L	7.31	5.0	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	ND	0.50	NMX-AA-039-SCFI-2001

La tabla 8.1.2.4-17, Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua subterránea 03-CA-HSUB.

La turbiedad excede en 1.96 unidades UTN el nivel límite permisible; esto es debido a que las partículas en suspensión o coloides, particularmente arcillas, se han incrementado; lo cual nos indica que la condición de saturación de humedad en la que se encuentra el suelo producto de las lluvias recientes afecta al acuífero, aunque en forma reducida. Los coliformes fecales, que deberían estar ausentes o no detectables, registran >2400 NMP/mL. No es agua apta para uso y consumo humanos.



8.1.3 Medio Biótico

8.1.3.1 Vegetación terrestre y acuática

La vegetación es un factor determinante en los ecosistemas y dependiendo de su desarrollo estructural y funcionamiento, es la calidad de los servicios ambientales. Los tipos de asociaciones vegetales registrados para la zona de estudio, corresponden a fragmentos de vegetación de origen secundario, es decir, derivadas tanto de selvas altas perennifolias, así como de selvas medianas o bajas perennifolias ligadas con actividades agropecuarias y vegetación de galería o riparia, las cuales se encuentran estrictamente asociadas a cuerpos de agua, mientras que la vegetación con mayor grado de modificación está definida por plantaciones de cacao, dentro del Área Contractual Catedral.

La vegetación secundaria, es aquella que se origina después de un proceso de deforestación o un evento de perturbación de la vegetación natural original, el cual da inicio a la sucesión primaria partiendo de la germinación de semillas. En los sitios deforestados con una larga historia de ganadería y agricultura, el banco de semillas original puede estar severamente empobrecido o ausente. En estos sitios la llegada de nuevas semillas mediante eventos de dispersión es la única forma de que comience la sucesión secundaria. Los fragmentos la vegetación secundaria son reflejo de los parches de selva cercanos, es decir, generalmente se establecerán diferentes especies con las que finalmente llegaran a ser similares florísticamente. Las posibilidades de recuperación y el grado de madurez dependen de las especies que se encuentren dentro de la vegetación secundaria y también de las alturas que estas presenten.

Las áreas cubiertas por vegetación de galería o riparia, se encuentran restringidas a las orillas de los ríos y arroyos de toda la región. Esta condición implica que el rango ecológico en el que se desenvuelve es muy amplio, pero con la particularidad de mantener un rasgo común: estar sujeta a constantes fluctuaciones del nivel de los cuerpos de agua en circulación. Las principales asociaciones vegetales que se desarrollan sobre esta gama ecológica, están dadas, por el hecho de que su hábitat es la margen de los ríos y por otra, el resto de factores involucrados en un área determinada. Las principales asociaciones de la vegetación de galería o riparia que se distinguen están dominadas por elementos como el Amate de río, Puckté, Macayo y Álamo.



Sin embargo, la vegetación en nuestro país ha sufrido fuertes cambios a través de un acelerado proceso de deforestación. El estado de Tabasco no ha sido la excepción ante esta problemática y es uno de los más afectados por la deforestación, la vegetación original se transformó hacia el uso de suelo agrícola, pecuario y forestal, convirtiéndolas en grandes extensiones de pastizales y plantaciones forestales, trayendo como consecuencia que los ecosistemas originales desaparecieran en su mayoría propiciando con ello, la pérdida de biodiversidad (Tudela, 1992). De manera general, se estima que Tabasco, ha perdido más del 90% de su cobertura vegetal (Zavala y Castillo, 2003).

En el caso de las plantaciones, podemos decir que son un tipo de vegetación bastante uniforme y aún cuando no presentan mayor grado de complejidad, como la vegetación secundaria y de galería, sirven zonas de paso y alimentación para diversas especies (aves, anfibios, reptiles y mamíferos menores) que conforman a la fauna.

Finalmente, podemos referir que la vegetación presente en el Área Contractual Catedral, está representada por importantes coberturas vegetales, entre las cuales, la más representativa es la vegetación secundaria y de galería. En base a lo anterior es importante, realizar caracterización y conocer el grado de desarrollo estructural que presentan los diferentes tipos de vegetación y su condición actual, en base a la cual, se pueda potencializar su conservación.

8.1.3.1.1 Metodología

Con el propósito de obtener resultados satisfactorios en cuanto a la descripción de la vegetación en el área contractual, las actividades se realizaron de la siguiente manera: A) fase de gabinete: consulta y recopilación bibliográfica, que constó principalmente de estudios como los de Shreve y Wiggins (1964), Felger (2000), guías de identificación botánica, consulta de cartografía oficial, entre otros; B) Fase de Campo: donde se realizaron recorridos en el los diferentes tipos de vegetación en el área contractual y proponer muestreos representativos (subjetivos o selectivos) de la vegetación primaria, o ecosistemas frágiles, colecta de material botánico no identificado in situ, y posteriormente se identificarán con el empleo de claves especializadas,

referencia de áreas con presencia de disturbios (agrícolas, pecuarias, sin vegetación aparente) e identificación de los agentes causantes, así como registro fotográfico.

Los criterios para determinar el número y la ubicación probable de los sitios de muestreo se basaron principalmente en la cartografía oficial de INEGI serie V (2015) de acuerdo a los tipos de vegetación principales, a la revisión de imágenes de satélite (Google, 2015) y rectificación en campo, verificando la cobertura vegetal (Figura 8.1.3.1-1).

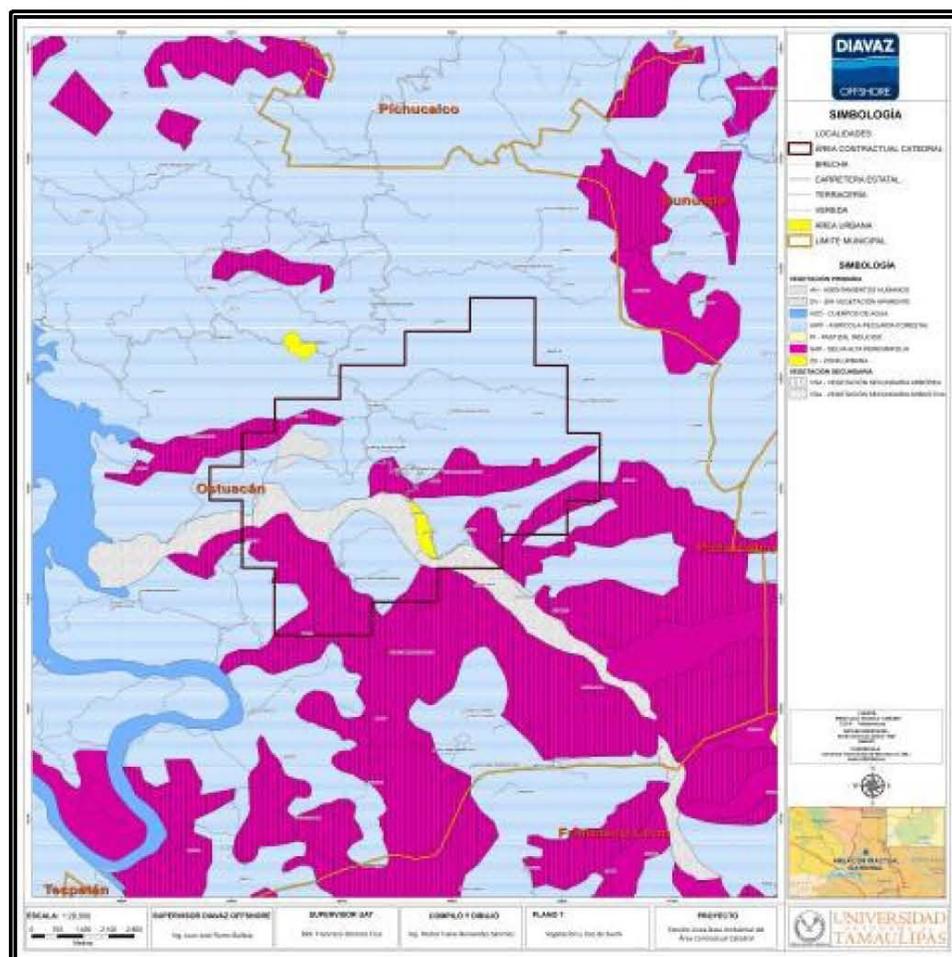


Figura 8.1.3.1-1.- Tipos de vegetación dominante en el Área Contractual Catedral.

En base a lo anterior, se realizaron 9 muestreos efectivos como base en las comunidades vegetales con estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo (tabla 8.1.3.1-1).

Tabla 8.1.3.1-1.- Sitios de muestreo de vegetación en el área contractual Catedral.

No. Muestreo	Coordenadas UTM		Localidad	Tipo de vegetación
	X	Y		
M1-VGL	467891	1925072	Ostuacán	VEGETACION DE GALERIA/RIPARIA
M2-VSEC	462085	1926051	Ostuacán	VEGETACION SECUNDARIA
M3-VGL	463840	1925425	Ostuacán	VEGETACION DE GALERIA/RIPARIA
M4-VGL	461568	1928104	Ostuacán	VEGETACION DE GALERIA/RIPARIA
M5-VGL	459823	1924887	Ostuacán	VEGETACION DE GALERIA/RIPARIA
M6-IAPF	466160	1924172	Ostuacán	PLANTACION DE CACAO
M7-VSEC	464259	1922402	Ostuacán	VEGETACION SECUNDARIA
M8-VGL	463574	1927535	Ostuacán	VEGETACION DE GALERIA/RIPARIA
M9- IAPF	462908	1926717	Ostuacán	PLANTACION DE CACAO

Descripción de los muestreos

Para determinar la estructura y composición de la vegetación, se aplicó el método de muestreo de cuadros anidados para la vegetación del área contractual, este método se consideró para las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas. Este método consiste en el establecimiento de un grupo de unidades de muestreo (UM) de diferentes dimensiones, donde las UM de menor tamaño se ubican dentro de la de mayor tamaño. Para ello, se delimitaron y georeferenciaron superficies de 10 m x 10 m, con un área total de 100 m² dentro de la cual se identificaron y midieron todos los individuos con un perímetro a la altura del pecho (PAP) \geq 10 cm. Paralelamente, se obtuvieron las medidas de la cobertura y altura de cada individuo. En los subcuadros de 5 m x 5 m se identificaron y midieron, todos los individuos con un PAP \leq 10 cm a los cuales se les midió el perímetro y la altura. Finalmente en los subcuadros de 1 m x 1 m se identificaron y midieron, todos los individuos encontrados. Este método, permitirá evaluar el número de individuos presentes por especie,

considerando la altura y diámetro de cada planta (Brower, *et al.*, 1998), cobertura, calculando la abundancia numérica y la frecuencia de las especies en el área contractual.

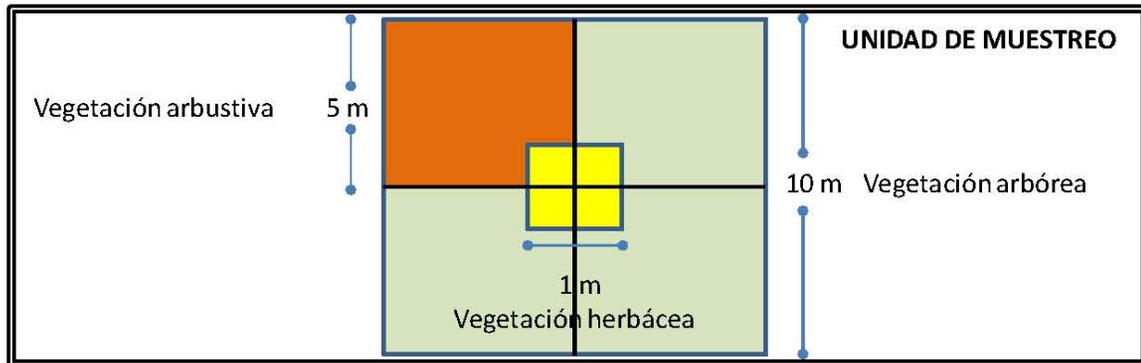


Figura 8.1.3.1-2.- Método de muestreo de cuadros anidados

Para la vegetación de galería o riparia se utilizó el método de cuadrantes centrados en puntos, debido a que las franjas de vegetación son relativamente angostas y sinuosas. Este método permite evaluar los parámetros estructurales, la distribución espacial y la composición de especies. Consiste en establecer transectos de longitud variable, para estos muestreos fueron de 100 m, usando una guía a lo largo de las cuales se marcan puntos equidistantes uno del otro, para este caso se establecieron cada 10 m. En cada punto, se traza una línea perpendicular a la primera, formando cuatro cuadrantes con cada cruce. En cada cuadrante, se mide la distancia del punto al individuo más cercano al cual se le mide el perímetro y la altura, la cual fue estimada con hipsómetro

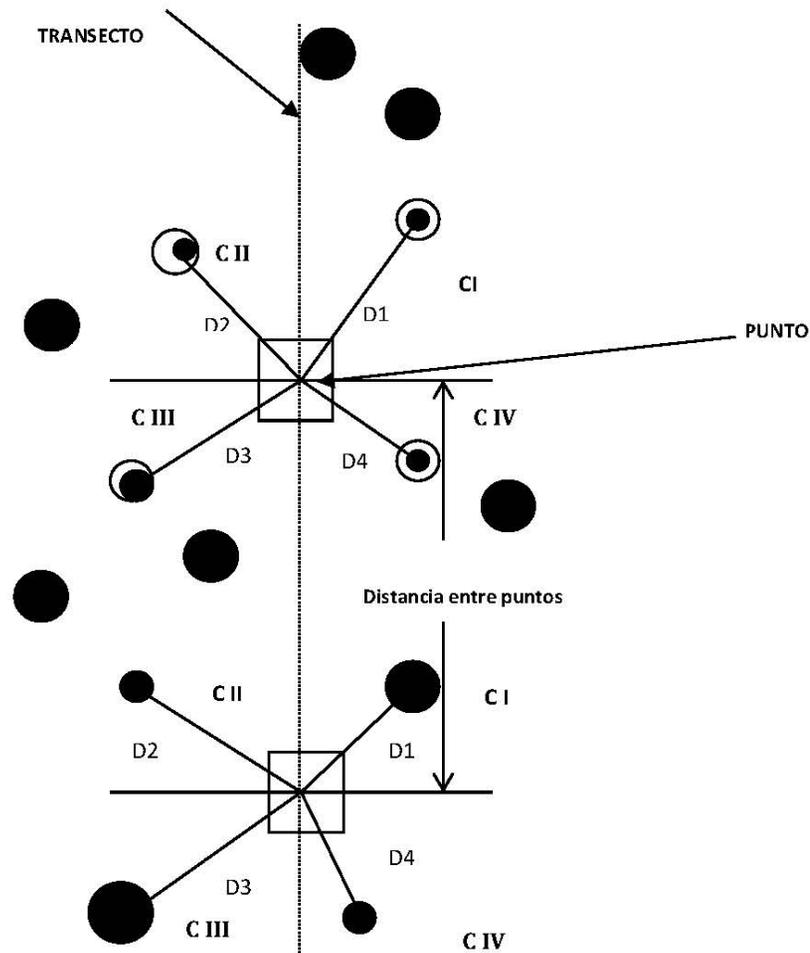


Figura 8.1.3.1-3.- Representación gráfica del método de Cuadrantes centrados en puntos. C I, II, III y IV= cuadrantes; D 1, 2, 3 y 4= distancia del punto al individuo más cercano. Círculos negros y blancos = árboles de diferentes estratos.

Asimismo, para la vegetación herbácea se aplicó el método de muestreo de Línea de Canfield o Intercepción de línea, el cual consiste en el trazo de una línea o transecto de 50 m de longitud, en la cual se mide la distancia de cada porción del terreno ocupada por las diferentes especies herbáceas que interceptan la línea y la cobertura de cada especie es expresada en porcentaje.

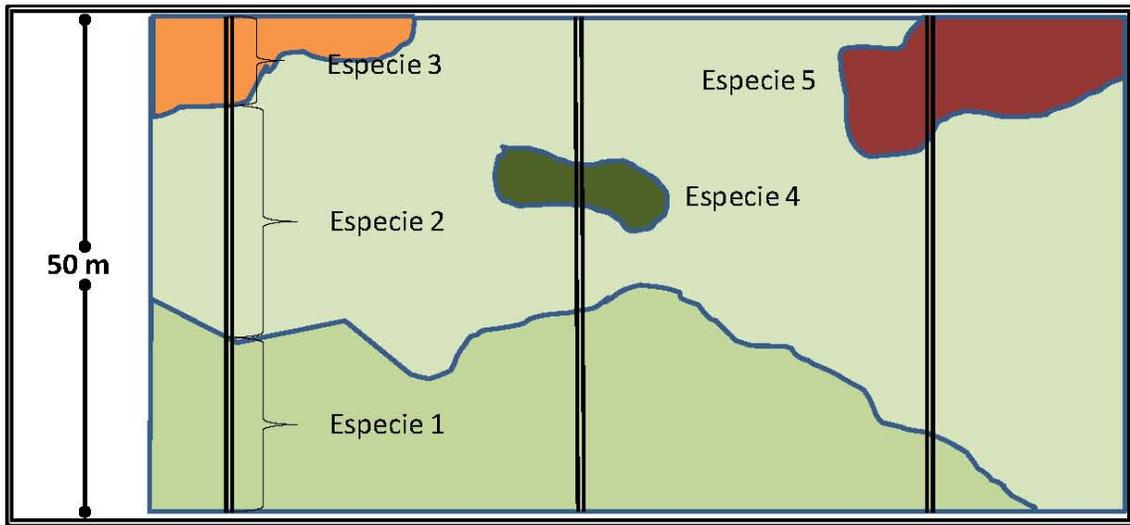


Figura 8.1.3.1-4.- Método de muestreo de Línea de Canfield

Análisis de los Datos

Con los datos que se levantaron en campo se obtuvieron valores absolutos y relativos de densidad, frecuencia, cobertura y valor de importancia para cada una de las especies muestreadas, con lo que finalmente se determinaron las especies dominantes (Kent M. & P. Coker, 1994).

Aspecto florístico

Se generó un inventario florístico, donde se obtuvo la riqueza específica por familias y géneros, especies de interés comercial y uso local, así como las endémicas y/o que se encontraran catalogadas en algún estatus de protección, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tipos de asociaciones vegetales en el Área Contractual Catedral.

Las asociaciones vegetales que se identificaron como parte de la matriz de vegetación en el Área Contractual Catedral, se encuentran considerablemente modificadas, esto en comparación a lo que se tiene documentado de la vegetación original que se encontraba establecida dentro del área de estudio, entre las



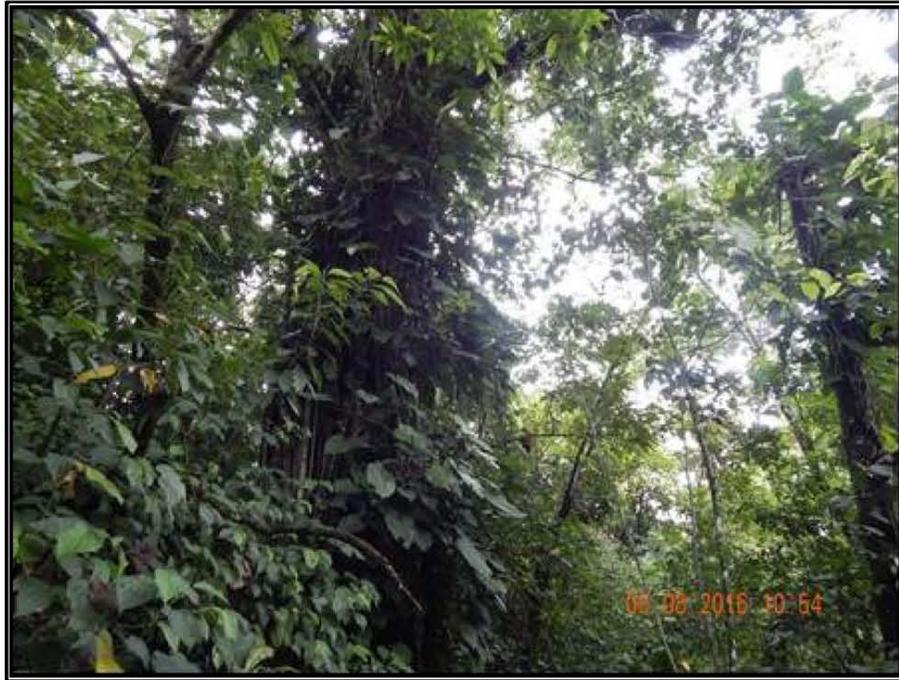
cuales destacan importantes fragmentos de vegetación secundaria, y vegetación de galería o riparia, las cuales se describen a continuación.

Vegetación Secundaria derivada de Selva Alta, Mediana o Baja Perennifolia.

La presión ejercida sobre los recursos vegetales en las regiones con selvas tropicales, han causado su invaluable pérdida, además de una fuerte conversión de estas comunidades vegetales en áreas agrícolas, pecuarias y asentamientos humanos (Arias–Escobar y Barrera–Cataño, 2007). Este cambio en el uso del suelo ha provocado cambios en la estructura y composición florística de los remanentes de selva y el confinamiento de la vegetación primaria a pequeños manchones y la formación de grandes áreas de vegetación secundaria (Guariguata y Ostertag, 2002).

La vegetación secundaria es una comunidad compuesta por una composición florística variable en función del tiempo de abandono (Castillo–Campos y Laborde–D, 2004), que se manifiesta después de que una selva tropical primaria ha sido perturbada por factores como: incendios naturales, caída de árboles por vientos fuertes, extracción selectiva de árboles, actividad agropecuaria, entre otros (Gómez–Pompa y Vázquez–Yanes, 1985).

La vegetación primaria una vez que ha sido transformada y sustituida por diferentes usos de la tierra, presenta modificaciones en su estructura, composición florística, diversidad, abundancia y frecuencia de las especies.



Fotografía 8.1.3.1-1.- Vista general de la fisonomía de la Vegetación secundaria, donde se observa la dominancia del estrato arbóreo.



Fotografía 8.1.3.1-2.- Especies arbóreas comunes dentro del área contractual como *Vochysia hondurensis*, conocida localmente como Maca blanca.

Vegetación de galería o riparia.

La vegetación en galería representa un ecosistema ubicado linealmente en ambas márgenes de toda corriente, sumamente variable en su estructura, tanto espacial como temporalmente, condicionado por las características hidrológicas y geomorfológicas, y que a su vez influye en la dinámica de esos factores. Debido al dinamismo hidrogeomorfológico impuesto por las avenidas y la divagación de las corrientes, se presentan diferencias fisonómicas notables perpendicularmente al cauce; donde se tiene un ecosistema clímax cuyas especies, incluyendo las dominantes, poseen generalmente las características de pioneras.



Fotografía 8.1.3.1-3.- Vista panorámica de la vegetación de galería o riparia, en donde se aprecia el establecimiento de especies a lo largo del cuerpo de agua, característico de este tipo de vegetación.



Fotografía 8.1.3.14.- La imagen muestra a la especie *Miconia diaphanea* como elemento común dentro del área contractual conocida localmente como Frutilla negra.

Vegetación de Pastizal

Los pastizales, son formaciones vegetales en las que distintas especies interactúan entre sí y con el ambiente en que se encuentran. Existen diferentes tipos de pastizales y esto depende de las especies que lo componen, las cuales van desde aquellos dominados por hierbas (principalmente gramíneas) hasta aquellos con presencia de plantas leñosas (árboles y arbustos). La mayoría de los pastizales ha incrementado su superficie, como una consecuencia de la actividad ganadera debido a que fueron inducidos principalmente para ser usados como forraje en la ganadería extensiva.



Fotografía 8.1.3.1-5.- Establecimiento del transecto en un Pastizal ubicado sobre lomeríos .

Plantación de cacao

El cacao es originario de los trópicos húmedos de América, es un árbol de rápido crecimiento y tamaño medio entre 5-8 m, aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m y su tronco recto se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales donde se desarrolla, generalmente se desarrollan en suelos fangosos y blandos.

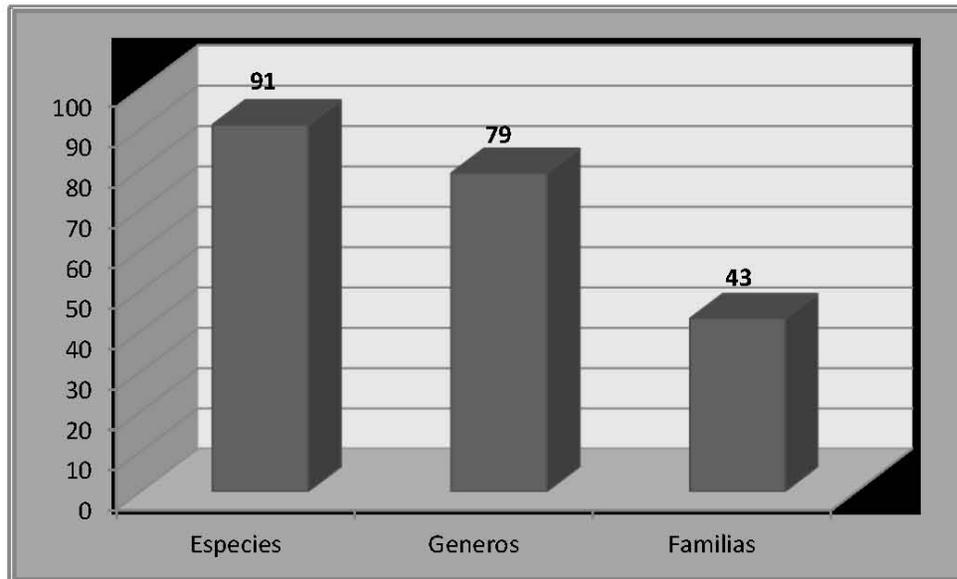
Las plantaciones de cacao, requieren de sombreadamiento lo cual hace de los cacaotales un sistema que puede ser muy variado con respecto a las especies que los conforman, puesto que el intercalado que se hace para su manejo, obedece en buena medida a que deben ser árboles que alcancen alturas mínimas de 15 m para que la plantación crezca favorablemente y para lo cual se tiene preferencia principalmente por especies forestales y frutales.



Fotografía 6. - Plantación de Cacao (*Theobroma cacao*) establecida en ladera con pendiente pronunciada.

Aspecto florístico

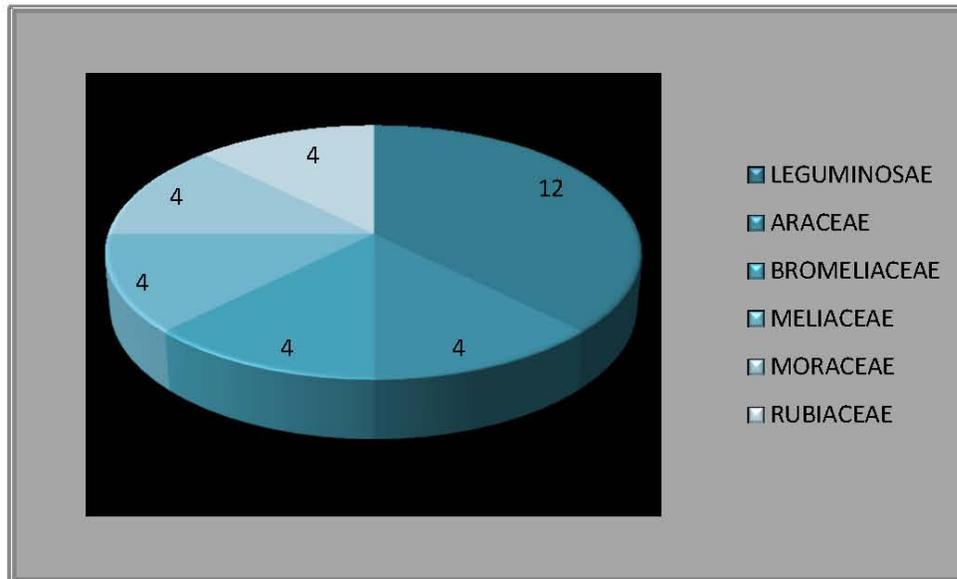
En el Área Contractual Catedral, se encontraron un total de 91 especies, 79 géneros y 43 familias (Anexo X y Gráfica 1).



Gráfica 1.- Riqueza florística del Área Contractual Catedral.

Derivado del Anexo X se obtuvo la Gráfica 2 donde se reportan las Familias con mayor número de especies.

Las familias mejor representadas en número de especies son la Leguminosae (12), Araceae (4) Bromeliaceae (4), Meliaceae (4), Moraceae (4) y Rubiaceae (4).



Grafica 8.1.3.1-2. Familias mejor representadas por número de especies en el Área Contractual Catedral.

En cuanto a la riqueza de especies, la vegetación de galería o riparia fue donde se registró el mayor número de especies (30), seguida de la vegetación secundaria derivada de selva alta y mediana perennifolia (8), mientras que con una menor riqueza, se encuentran las plantaciones de cacao y el pastizal.

Las Tablas 8.1.3.1-2 y 8.1.3.1-3 son un resumen del Anexo F-G y muestran la cantidad de especies registradas por tipo de vegetación y por formas biológicas identificadas en el Sitio del Proyecto.

Tabla 8.1.3.1-2.- Riqueza de especies por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	No. de especies
Vegetación de Galería o Riparia	30
Vegetación Secundaria derivada de Selva Alta y Mediana	8
Plantación de cacao	4
Vegetación de pastizal	3

Con respecto a las formas biológicas identificadas, fueron las arbóreas las que obtuvieron el mayor número de especies, seguidas de las herbáceas en relación a las demás que fueron visiblemente menores.

Tabla 8.1.3.1-3.- Especies por formas biológicas identificadas en el Área Contractual Catedral.

Forma biológica	No. de especies
Árbol (A)	50
Arbusto (Ar)	9
Herbácea (H)	18
Bejuco (B)	2
Palma (P)	2
Epífita (E)	7
Helecho (He)	2

Especies locales de importancia por su utilidad

Las especies que componen a los diferentes tipos de vegetación en el Área Contractual Catedral, son una fuente de recurso muy importante para las comunidades en ella establecidas, en la Tabla 8.1.3.1-4 y

ANEXOS F,G. en la que se reportan los principales usos que les dan a las especies siendo los más comunes el comestible (11), ornamental (10), maderable (8), cercos vivos (5), medicinal y forraje (2) y condimento (1), mientras que el resto de las especies no presentan algún uso conocido.

Tabla 8.1.3.1-4.- Número de especies que presenta algún uso en el Área Contractual Catedral.

Especie	Nombre común	Uso
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Comestible/Maderable
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Cercos vivos
<i>Begonia heracleifolia</i>	Begonia	Ornamental
<i>Begonia pustulata</i>	Begonia	Ornamental
<i>Tabebuia rosea</i>	Macuili	Ornamental/Maderable
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Ornamental/Maderable
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Cercos vivos
<i>Selenicereus boeckmannii</i>	Pitahayita	Comestible
<i>Commelina diffusa</i>	Matalincillo	Medicinal
<i>Costus pulverulentus</i>	Cañita agria	Ornamental
<i>Zuelania guidonia</i>	Trementino	Maderable
<i>Heliconia bihai</i>	Cachete de novia	Ornamental
<i>Heliconia latisphata</i>	Tanay	Ornamental
<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Cacate	Comestible
<i>Persea americana</i>	Águacate	Comestible
<i>Andira galeottiana</i>	Macayo	Maderable
<i>Diphysa robinoides</i>	Chipilcoi	Cercos vivos
<i>Erythrina americana</i>	Mote	Comestible
<i>Gliricida sepium</i>	Cocohite	Cercos vivos
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	Comestible
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	Maderable

<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Maderable
<i>Melia azederach</i>	Paraíso	Ornamental
<i>Arctocarpus altilis</i>	Castaña	Comestible
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta	Condimento
<i>Catsetum integerimun</i>	Oreja de burro	Ornamental
<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto alemán	Forraje
<i>Olyra latifolia</i>	Carrizo verde	Forraje
<i>Plebodium aureum</i>	Calaguala	Medicinal
<i>Bleparidium mexicanum</i>	Popiste	Maderable
<i>Citrus limon</i>	Limon	Comestible
<i>Citrus medica</i>	Limon real	Comestible
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Comestible
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Cercos vivos/Ornamental
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Comestible
<i>Vochysia hondurensis</i>	Maca blanca	Maderable

Especies introducidas

Son aquellas cuya área de distribución geográfica natural, no corresponde a su ámbito natural como resultados de la dispersión incidental o accidental producida por las actividades humanas.

Las especies introducidas pueden, por lo general, afectar el ecosistema en que fueron introducidas. Si una especie resulta dañina, produciendo cambios importantes en la composición, la estructura o los procesos de los ecosistemas naturales o seminaturales, poniendo en peligro la diversidad biológica nativa, es denominada especie invasora.

Sin embargo, para área de estudio se registraron un total de seis especies introducidas las cuales representan el 6.5% del total de las especies registradas (Tabla 8.1.3.1-5).

Tabla 8.1.3.1-5.- Lista de especies introducidas en el Área Contractual Catedral.

Especie	Nombre común
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta
<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto alemán
<i>Lasiacis divaricata</i>	Cadillo
<i>Olyra latifolia</i>	Carrizo verde

Especies vegetales bajo algún régimen de protección legal

En el Área Contractual Catedral, se encontraron dos especies dentro de la categoría de Protección especial en referencia a la NOM-059_SEMARNAT-2010.

Tabla 8.1.3.1-6.- Lista de especies normadas en el Área Contractual Catedral.

Especie	Nombre común	Estatus/NOM-SEMARNAT-2010
<i>Bactris balanoidea</i>	Jahuacte	Pr
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Pr

Pr: Protección especial.

Especies de importancia ecológica



La vegetación de galería o riparia, son particularmente importantes debido a que cualquier alteración, de acuerdo con su naturaleza y magnitud, pueden reflejarse en la capacidad de desfogue de las avenidas. La vegetación de este tipo imprime en gran medida las características ecológicas y de productividad del sistema. Su conservación permitirá, además de mantener un equilibrio hidrológico-geomorfológico-ecológico, el mantenimiento de la producción de organismos acuáticos, así como de áreas de afloración de aguas subterráneas y de recarga de acuíferos, espacios de protección de fauna terrestre y acuática.



8.1.3.2 Fauna silvestre

El objetivo de esta sección es manifestar la estructura de las comunidades de vertebrados terrestres (Anfibios Reptiles, Aves y Mamíferos) registrados a través de métodos directos e indirectos en el **Área Contractual Catedral**, utilizando como índices ecológicos la riqueza y la abundancia de especies de los diversos ecosistemas presentes. Se pretende que estos indicadores ambientales describan el estado actual de integridad de los ecosistemas analizados.

La fauna de México es reconocida como una de las más ricas a nivel mundial, definiendo al país como mega diverso, al registrar la mayor riqueza de especies en reptiles, segundo lugar en mamíferos, el cuarto lugar en anfibios (Toledo, 1988). En el país se registran 5,167 especies, de las cuales 290 son especies de anfibios, 2,628 de peces, 491 de mamíferos y 704 de reptiles (Flores y Gerez, 1994). Las aves ocupan un lugar especial de nuestra biodiversidad, pues en territorio Mexicano habita el 12% (1,054 especies de aves) del total de especies del mundo.

Por otra parte, el país presenta un alto grado de endemismo entre las diversas especies que habitan la República Mexicana, ya que se estima que el 61% de los Anfibios son endémicos, los Reptiles tienen un endemismo del 53% y 30% de las especies de Mamíferos son endémicas (Sélem-Salas C., *et. al.* 2004). Dichos endemismos son producto de diversos factores, como es la diversidad del hábitat, la topografía y el clima, entre otros, los cuales generan microambientes que permiten las especializaciones de las diferentes especies de fauna silvestre (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Los organismos básicamente se distribuyen dependientes de factores abióticos, de tal manera que la diversidad en la región neotropical es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y la altitud; de igual forma entre mayor humedad mayor diversidad y decrece en zonas secas. En la República Mexicana existen diversas Provincias Biogeográficas (**Figura 8.1.3.2-1**), las cuales exhiben características especiales dependiendo de su ubicación, así como de los recursos bióticos y abióticos presentes en las mismas.



Figura 8.1.3.2-1.- Con base a su ubicación geográfica, el Área contractual Catedral se localiza en la Provincia Biogeográfica Golfo de México (CONABIO 2012).

Según la imagen anterior el Área Contractual Catedral está situado en la Provincia Biótica Golfo de México (Stuart, 1964), en esta región la fauna de vertebrados en su mayoría está representada por especies de origen neotropical ampliamente distribuida en el Estado de Chiapas. La región se caracteriza por ser muy diversa, ocupa el tercer lugar nacional en cuanto a diversidad de vertebrados (Flores-Villela, 1993), también alberga un gran número de endemismos mesoamericanos en su herpetofauna (Casas y Reina-Trujillo, 1991), y un gran número de especies protegidas de mamíferos (López-Wilchis et al., 1992).

Un análisis importante es el que hace Edwards, 1968, donde divide al país en cinco (5) provincias y ocho (8) subprovincias zoogeográficas, bajo esta categoría el área de estudio se ubica en la provincia conocida

como Tierras Bajas del Atlántico, dentro de la Subprovincia Costa del Atlántico Sur (Figura 8.1.3.2-2). Esta provincia se extiende a lo largo del Golfo de México. La fauna de la zona está integrada por elementos de origen Neártico y Neotropical, los cuales obedecen a patrones de distribución que son determinados por el clima, la fisiografía y la vegetación. (Fa y Morales, 1998).

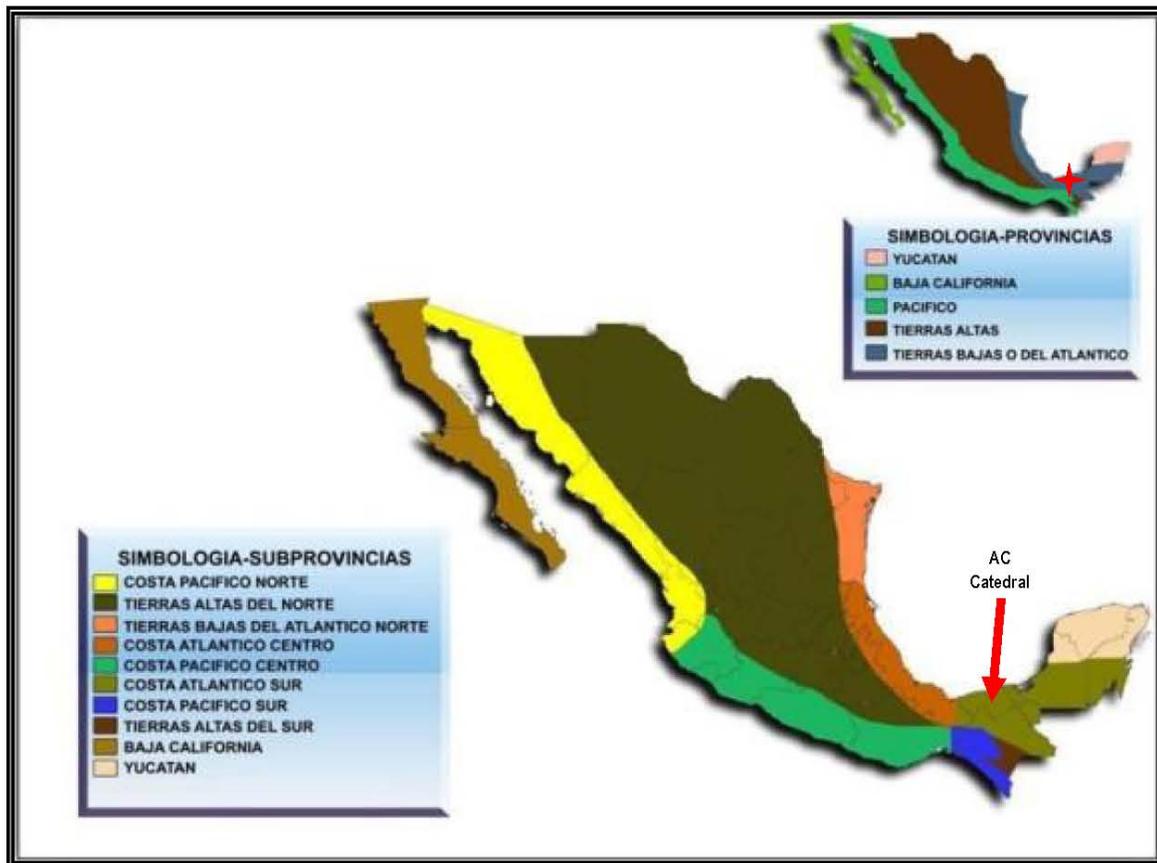


Figura 8.1.3.2-2.- Con base a la ubicación del Área Contractual Catedral, el área se localiza en la Subprovincia Zoogeográfica Atlántico Sur (Edwards 1968).

Con relación a la herpetofauna presente en el sitio del proyecto, Flores-Villela (1993) en su trabajo denominado “Herpetofauna Mexicana - Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies”, menciona que modificó las cinco Regiones Naturales

de la República Mexicana propuestas por West (1971), utilizando los factores ambientales clima y vegetación para realizar la reestructuración de las regiones del país en una subdivisión de 10 regiones. El Área Contractual Catedral, queda inmerso dentro de la región “6 Tierras Bajas Tropicales”, comprende parte de los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán, entre otros (**Figura 8.1.3.2-3**), el clima predominante es húmedo con lluvias abundantes a lo largo del año (más de 2,000 mm de precipitación) con una estación seca relativamente corta.

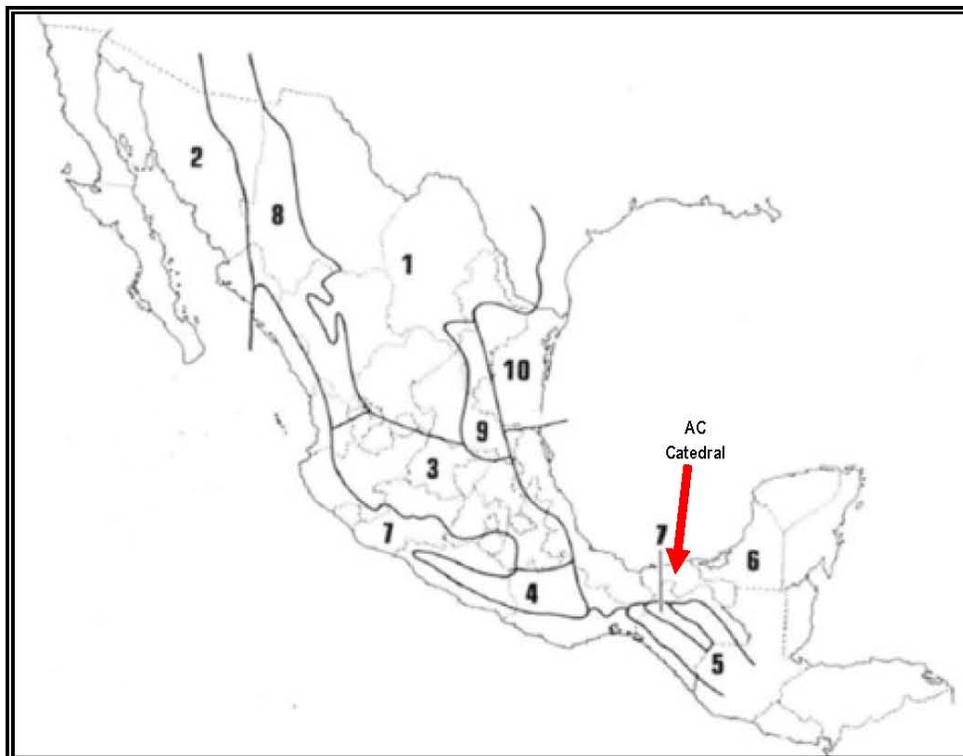


Figura 8.1.3.2-3.- Regiones Herpetológicas Naturales de México (West, 1971), modificadas por Flores-Villela (1993). El Área Contractual Catedral se localiza en la Región “6 Tierras Bajas Tropicales”

8.1.3.2.1 Metodología

Los criterios establecidos para la zonificación y selección de sitios de muestreo fueron los siguientes:

1. Vegetación. Con base a los tipos y superficies, con respecto del Área Contractual Catedral, grado de perturbación y zonas de transición entre los tipos de vegetación. (Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie V 2011-2013)
2. La existencia de áreas de conservación.
3. Presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales o permanentes), presas, lagunas, etc. (Carta de Hidrología Superficial. Fotografía aérea de Google Earth 2014).
4. Características topográficas del área del Proyecto y zonas de obra del Proyecto (Carta Topográfica, INEGI Versión 4. Fotografía aérea de Google Earth 2014).
5. Accesibilidad a los sitios de muestreo (cercanos a caminos, carreteras y brechas existentes)

Para la caracterización faunística del área de estudio, como primera fase se realizó la consulta de información de instituciones nacionales, teniendo como soporte principal los datos localizados en la Base de datos Biodiversidad de México CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies.html>), así como la búsqueda y revisión de literatura sobre estudios realizados para el estado de Chiapas. Con la información recabada se obtuvo un listado general de las especies basándose en su distribución potencial.

- Para las Aves se consultó a Howell, S. N. G. y S. Webb, (1995); A.O. U. (1998); National Geographic Society (2002); Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), y Garza Torres, Hector A. (2007).
- Para los mamíferos se consultó a Arita Hector T y Gerardo Ceballos (1997); Ceballos, G. (2002); Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. (1993); Ramírez, P. J. (1999).
- Para los reptiles y anfibios se consultó a Flores-Villela, O. (1993); Lazcano Villarreal, D. (1997); Flores Villela, O. (1998); Lazcano Villarreal, D., (1999); CONABIO (comp.). 2009a; CONABIO (comp.). 2009b.

La segunda fase fue el análisis de los Sistemas de Información Geográficos (SIG), a través de la sobreposición de la poligonal delimitada como Área Contractual Catedral con el material fotográfico de Google Earth (2015). El objetivo fue el de visualizar las características generales del área de estudio, como

son: las características orográficas y topográficas; las actividades humanas y el grado de perturbación de la zona, las cuales se relacionaron con las vías de comunicación del área de estudio, las áreas urbanas y suburbanas; y las áreas impactadas por actividades agrícolas, pecuarias, etc. (Figura 8.1.3.2-4).

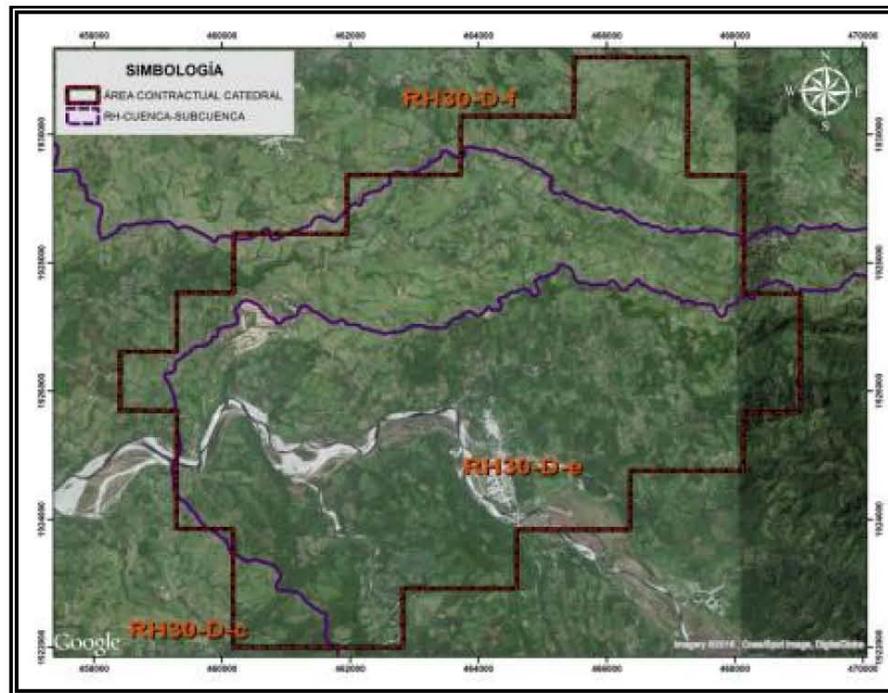


Figura 8.1.3.2-4.- Sobreposición de la poligonal del trazo del Área Contractual Catedral, con relación a una fotografía aérea (Google Earth 2015), en la cual se observa la infraestructura urbana, la hidrología superficial y la orografía de la zona.

Posteriormente se sobrepuso la capa de vegetación (INEGI, 2012), para ubicar los tipos de vegetación y las asociaciones vegetales existentes, la superficie ocupacional con respecto del área del Área Contractual Catedral, así como la visualización del grado de perturbación e identificación de zonas transicionales y Fragmentación de los ecosistemas presentes. Con esta técnica y de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2012) en el sitio del proyecto se determinaron dos tipos de vegetación principales: la denominada Información Agrícola Pecuaria Forestal (IAPF) y la Selva Alta Perennifolia (Figura 8.1.3.2-5).

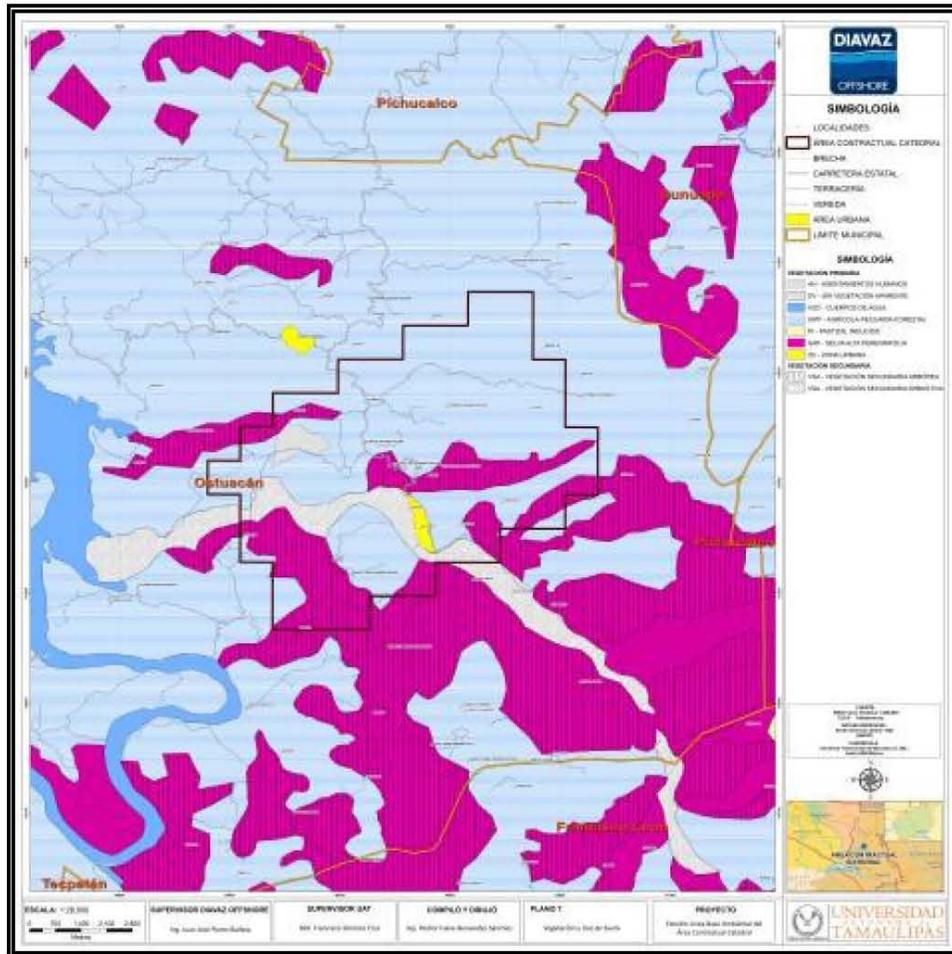


Figura 8.1.3.2-5.- La Selva Alta Perennifolia (SAP) conjuntamente con la Agrícola Pecuario Forestal (IAPF), son los tipos de vegetación dominante en el Área Contractual Catedral.



Teniendo ubicados los tipos de vegetación se determinaron los sitios de muestreo de la fauna silvestre, seleccionando por lo menos un punto de muestreo en cada hábitat (tipo de vegetación) presente en el Área Contractual Catedral (la localización de los sitios se presenta en el apartado de resultados). En cada sitio de muestreo se aplicaron las técnicas más adecuadas para el estudio de los diferentes grupos de vertebrados, las mismas que se detallan posteriormente.

Los estudios de Línea Base Ambiental han sido establecidos como un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo, que permiten la integración de un proyecto a su ambiente. Una de las características importantes de estos estudios es la de obtener información confiable, con validez científica (aplicada por personal capacitado en cada área) y en un periodo de tiempo relativamente corto. En este aspecto es importante resaltar que debido a la premura de los mismos, muchas de las veces los estudios no tienen un perfil de investigación científica, que arroje datos nuevos sobre la biología de los organismos o sobre la ecología del lugar en que se está trabajando.

Ante este reto fue imperativo que la metodología seleccionada respondiera con eficiencia y eficacia a los objetivos planteados, asumiendo que el objetivo primordial fue caracterizar las condiciones de la fauna silvestre en un área delimitada (dentro de los ecosistemas presentes). Bajo esta premisa determinamos que se adecuarían las técnicas establecidas y utilizadas comúnmente por la comunidad estudiosa de la fauna silvestre (con las cuales se obtienen datos tanto cualitativos como cuantitativos).

Para enfrentar este desafío se recurrió a las metodologías propuestas en el trabajo denominado “Evaluaciones Ecológicas Rápidas” publicado por The Nature Conservancy (Sobrevila y Bath 1992), y retomado en el trabajo “Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas” (Sayre 2000), en los que explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características similares a las requeridas en el presente estudio. La Evaluación Ecológica Rápida se define de la siguiente manera:

“Una Evaluación Ecológica Rápida (EER) de una zona o región terrestre es un estudio flexible, acelerado y enfocado de los tipos de vegetación y especies. Las EER utilizan una combinación de imágenes de sensores



remotos, sobrevuelos de reconocimiento, obtención de datos de campo y visualización de información espacial para generar información de utilidad para la planificación de conservación a escalas múltiples.

Las EER son implementadas por equipos de científicos conservacionistas y administradores de recursos organizados en grupos por disciplina y especialización funcional. Las EER dan como resultado una caracterización, con mapas y documentación, de unidades de terreno clasificadas y una descripción de la biodiversidad a nivel de especie dentro de dichas unidades. Producen datos biofísicos básicos, mapas, documentos, recomendaciones y un creciente fortalecimiento institucional para un efectivo trabajo de conservación.

Los datos de la EER pueden producirse y analizarse a diferentes escalas espaciales, dependiendo de las metas de conservación.

La EER es una herramienta útil de planificación para la conservación, y como tal, las EER se implementan cada vez más para la rápida caracterización de la biodiversidad de una zona. Las EER son de particular aplicabilidad en la caracterización eficiente de la biodiversidad a nivel de terreno y de especie de grandes áreas sobre las cuales se sabe relativamente poco.

La EER es un concepto variante que ha sido descrito como un enfoque, una metodología, una herramienta, una estrategia, un proceso, un programa, una evaluación para la conservación y una variedad de otras descripciones. Una EER es, de hecho, todo lo anterior y nos referimos a las EER dentro de estos distintos contextos a lo largo de este libro. Sin embargo, por lo general nos referiremos a las EER como una metodología”...

En la **Tabla 8.1.3.2-1** se describen las técnicas utilizadas para la obtención de datos sobre las comunidades de fauna silvestre.

Tabla 8.1.3.2-1.- Metodología de estudio para fauna silvestre.

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
AVES					
Conteo de punto Conteo de todas las aves	Vistas o escuchadas durante periodos de tiempo establecidos (ejemplo 3-10 min.) en puntos separados por 100-200 m	Detección de especies rápida y eficiente; muestreo en unidades discretas; puede estimar densidades de población si se utiliza un radio fijo	Especies detectadas entre puntos y fuera de los conteos no se tratan estadísticamente; solo puede realizarse muy temprano cuando las aves vocalizan	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local	Binoculares, grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto
Inventario de transectos	Conteo de todas las aves vistas o escuchadas a lo largo de un transectos (usualmente una vereda)	Muy eficaz para detectar a la mayoría de las especies del área estudiada; puede estimar densidades de población si el transectos es de anchura fija	Unidades de muestreo no son discretas, deben dividirse en muestreas de 10-60 min para su análisis estadístico	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto
Red de niebla	Captura de aves en redes; se liberan después de identificarse	Identificación de especies usualmente más confiables que con métodos de observación; permite medir, colocar bandas y otras actividades	Consume mucho tiempo; solo para muestrear aves pequeñas del sotobosque; no se calcula densidad; muestrea una área pequeña; las redes son caras	Requiere un técnico bien capacitado para remover las aves de la red; el observador no necesita estar familiarizado con la avifauna local si existe una guía de campo	Redes, astas, bolsa de tela; otro material dependiendo de los datos a obtener de las aves capturadas

Tabla 8.1.3.2-1.- Metodología de estudio para fauna silvestre. Continuación...

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
MAMIFEROS					
Trampa Tomahawk Sherman Havahard	Captura de mamíferos no voladores pequeños y de talla media en trampas nocturnas; se liberan después de identificarse	Prácticamente el único método para muestrear mamíferos pequeños y de talla media; simple y eficaz	No es posible estimar la densidad en un estudio a corto plazo; los mamíferos de bosques bajos tienen bajo índice de captura	Las trampas pueden colocarse en partes altas de la región para capturar especies arbóricolas	Trampas, carnada, bolsas de tela guantes de piel
Inventario de transectos	Conteo de todos los mamíferos vistos o escuchados al largo del transecto (usualmente una vereda)	Permite el estudio de mamíferos grandes, especialmente primates; puede estimar la densidad	Consumo mucho tiempo; es difícil en vegetación densa	Requiere un observador especializado con mamíferos locales; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche
Red de niebla	Captura de murciélagos en redes por la noche; se liberan después de identificarse	Prácticamente el único método para estudiar murciélagos si los sitios de percha no se conocen, permite manipularlos para medirse, colocar bandas u otros propósitos	No calcula densidad; las redes son caras; el índice de captura es bajo en noches de luna	Requiere un técnico bien capacitado para remover murciélagos de la red; se colocan redes a lo largo de corredores en el bosque para capturar individuos en una amplia zona	Redes, astas, bolsa de tela, guantes, lámparas de cabeza; otro material dependiendo de los datos a obtener de los murciélagos capturados
Análisis de la población humana local	Entrevistas a cazadores y leñadores locales sobre los mamíferos grandes que ocurren en la zona	Posiblemente el método más rápido para determinar la presencia /ausencia de mamíferos grandes, raros y esquivos; la comunidad participa	No estima la densidad; la información puede no ser confiable si no se corrobora por otras personas	Puede ser útil usar ilustraciones o fotografías de especies potencialmente encontradas-	Ninguno, excepto tal vez un guía local que represente a la comunidad
Inventario dirigido	Depende de los objetos de conservación; puede incluir inventarios de cuevas de murciélagos, de corrientes de agua en busca de evidencias de manatíes o nutrias, vigilancia de pozas de agua que atraen mamíferos grandes	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies	Puede ser demasiado intensivo en cuanto a tiempo; datos negativos pueden ser equívocos (objetos de conservación pueden estar presentes pero ser muy raras o esquivas para detectarse)	Requiere sólido conocimiento de la historia natural de los objetos de conservación	Depende del método

Tabla 8.1.3.2-1.- Metodología de estudio para fauna silvestre. Continuación...

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
ANFIBIOS Y REPTILES					
Inventario de transectos	Conteo de todos los reptiles y anfibios a lo largo de un transecto (usualmente una vereda o corriente de agua); puede requerir voltear troncos, rocas, y otros sitios de descanso	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies	Puede ser difícil en vegetación densa; no estima la densidad	Requiere un observador especializado con la herpetofauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Vara para serpientes, laso corredizo, bolsas de plástico y cuaderno de notas (lámpara de cabeza por la noche)
Parcela de hojarasca	Búsqueda cuidadosa entre la hojarasca de parcelas de 3x3 a 10x10 m	Se calcula la densidad; detecta especies escondidas	Consumo mucho tiempo; abarca una área pequeña; útil en hábitats donde hay hojarasca	Requiere de un observador familiarizado con la herpetofauna; puede ser peligroso si hay serpientes venenosas	Cinta métrica, guantes, bolsas de plástico y cuaderno de notas
Trampa de foso con cercas resbaladizas	Se coloca una cubeta en el pozo; se erigen cercas bajas que guían hacia el foso desde direcciones opuestas (pueden colocarse también en forma de túnel); se revisa la trampa periódicamente	Puede ser un método eficaz para capturar lagartijas de amplia distribución, especialmente en hábitats abiertos	Pueden consumir mucho tiempo solo muestrea un subconjunto de herpetofauna	Puede también capturar salamandras y musarañas (las cuales requerirán comida para sobrevivir la noche)	Cubetas, material para cercas, herramientas para escavar el foso y construir las cercas
Inventarios de congregaciones de anfibios en época de apareamiento	Se estudian las pozas de agua, marismas, pantanos, charcas u otras congregaciones de anfibios en apareamiento	Muchas especies de ranas solo se detectan durante época de apareamiento; se pueden usar vocalizaciones para identificar especies	Solo es útil durante episodios de apareamiento, que pueden ser impredecibles; no estima la densidad	Especies diferentes pueden aparecer en horas distintas de la noche y en días distintos durante el episodio de apareamiento	Lámparas de cabeza, bolsas de plástico, protección contra picaduras de insectos, sanguijuelas o agua fría, cintas de vocalizaciones si las hay

Tomando como modelo lo anteriormente expuesto fue como se designó la metodología del presente trabajo, donde se aplicaron y se adecuaron las técnicas ya mencionadas para el muestreo de fauna silvestre, una vez solventado la metodología de muestreo que se utilizaría, se aplicaron las técnicas descritas en el cuadro anterior.



Los muestreos fueron realizados dentro del área del Área Contractual Catedral de manera puntual, para corroborar y/o ampliar los datos bibliográficos previamente analizados (Potencialidad de la fauna existente), y así en la fase de detección de impactos contar con elementos suficientes para asignar una calificación puntual y objetiva de los posibles impactos ambientales. Para la caracterización del resto del polígono y con base a las características metodológicas previamente descritas (Evaluaciones Ecológicas Rápidas), se utilizaron los métodos previstos en dicha metodología (Revisión de estudios previos, entrevista con gente del área para saber sobre la presencia de fauna silvestre, etc.), los cuales como ya se explicó anteriormente, tienen igual e incluso mayor valor para diagnosticar el estado actual de la fauna silvestre de la zona.

En los párrafos siguientes se describe la logística del trabajo de campo para cada grupo faunístico considerado en este proyecto (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). El arreglo filogenético de anfibios y reptiles se fundamentó en los criterios de Flores-Villela (1993), para las aves y mamíferos se utilizó el de Flores Villela & Canseco-Márquez (2004), A.O.U. (1998) y Ramírez-Pulido *et al.* (2005), Ramírez, P. J. (1999); Navarro, S.A. y A. Gordillo. 2006; CONABIO (comp.). 2009; respectivamente.

Anfibios y Reptiles

Por el comportamiento que presenta la mayoría de las especies del grupo de los anfibios en cuanto a sus hábitos nocturnos y acuáticos, se revisaron algunos cuerpos de agua presentes en la subcuenca hidrológica y/o en el predio, identificando todos los ejemplares observados y/o capturados de forma directa o con luz artificial (**Fotografía 8.1.3.2-1**). Las actividades diurnas para la obtención de información de este grupo, se basaron en revisiones de los posibles micros hábitats, tales como el mantillo, los troncos, las rocas, los hoyos, etc.



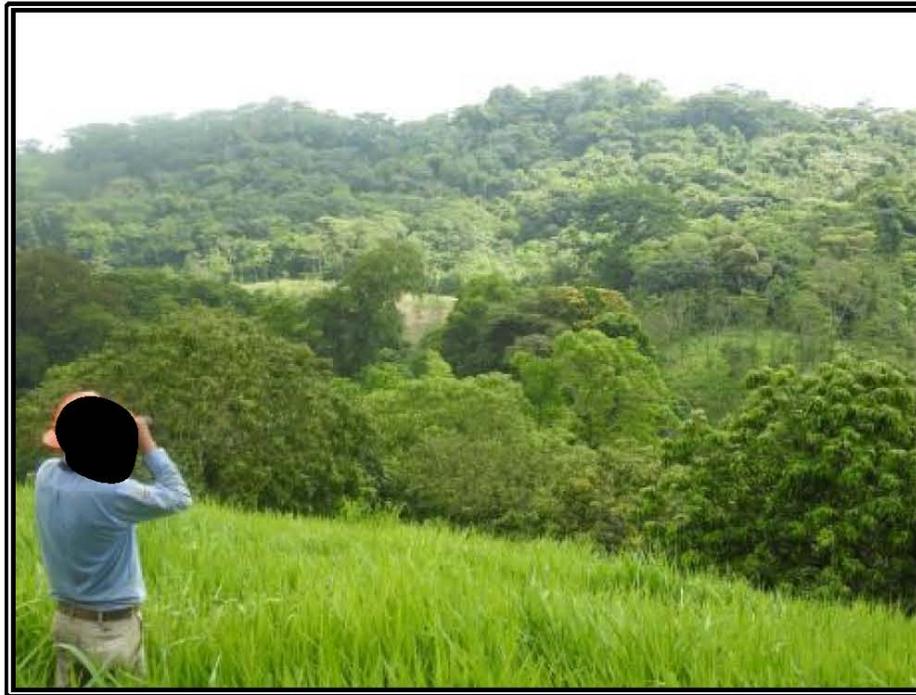
Fotografía 8.1.3.2-1.- Búsqueda de indicios de Anfibios y Reptiles en cuerpos de agua.

Para la determinación de los ejemplares capturados u observados se utilizaron las guías de campo de Stebbins (1988), Conant y Collins (1991), García y Ceballos (1994) y Dixon y Werler (2000), los nombres se basaron en la clasificación propuesta por Flores Villela & Canseco-Márquez (2004) y CONABIO (2012).

Aves

El listado de aves se obtuvo principalmente por observaciones directas (**Fotografía 8.1.3.2-2**), basándonos en el comportamiento de este grupo, de su amplio rango de distribución y dispersión. Se utilizó la técnica de Puntos de Conteo (que es una variante del método de King), la cual consiste en establecer transectos de 1,000 m, donde se ubican 10 sub-estaciones, distanciadas cada 100 m con una cobertura de 50 m de radio. En cada estación se registró y contabilizó durante 5 minutos todas las especies observadas con la ayuda de binoculares (Leupold de 12X por 50 mm), así como las identificadas por medio de su canto. Esta

técnica es muy versátil, ya que se adapta según los factores de accesos, inseguridad o mal clima, los cuales pueden afectar la distancia del transecto.



Fotografía 8.1.3.2-2.- Observación de aves con la ayuda de binoculares.

Para el muestreo de aves se utilizaron también Redes Ornitológicas de 3 x 12 m (**Fotografía 8.1.3.2-3**). Estas redes se colocaron a lo largo de una línea, efectuando revisiones cada 15 minutos durante dos días consecutivos. Esta técnica permitió registrar aves poco abundantes.



Fotografía 8.1.3.2-3.- Colocación de red ornitológica para captura de aves.

Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificaron con base en las guías de National Geographic Society (1987) y Edwards (2009)

Mamíferos

Para el muestreo de mamíferos se utilizaron dos métodos: el primero fue por medio de métodos indirectos, para lo cual se realizaron transectos lineales con 20 m de ancho, en los cuales se buscaron huellas (**Fotografía 8.1.3.2-4**), excretas, pelos, cadáveres, sonidos, restos óseos, de igual manera se buscaron los lugares donde se apreciara actividad de este grupo como son veredas, o bebederos en los cuerpos de agua de la zona (Aranda, 2000). El segundo fue el método directo, que consistió básicamente en la identificación visual de los individuos.



Fotografía 8.1.3.2-4.- Realización de transecto en el Área Contractual Catedral.

Con el fin de cubrir la mayor cantidad posible del hábitat, se utilizó una técnica complementaria para los mamíferos de talla pequeña (básicamente roedores) consistente en la colocación de trampas de captura tipo Sherman. Se colocaron 30 trampas Sherman una cada 10 metros (**Fotografía 8.1.3.2-5**), se utilizó como atrayente una mezcla de hojuelas de avena, crema de cacahuate y vainilla, para inducir que el animal entre a la trampa y accione el dispositivo mecánico. Esta estrategia es específica para la captura de pequeños mamíferos (Mandujano 1994; Brower *et al.*, 1990; Kays R y Don E. Wilson, 2002).



Fotografía 8.1.3.2-5.- Colocación de trampas tipo Sherman para captura de mamíferos.

Se colocaron trampas de captura tipo Tomahawk para ejemplares de talla media (**Fotografía 8.1.3.2-6**), las cuales se intercalaron estratégicamente en el sitio de muestreo, la distribución espacial de las trampas obedeció entre otras cosas, a las características del entorno (identificación de sitios de paso y presencia de cuerpos de agua), así como, al comportamiento de los mamíferos a capturar Selem-Salas et. al. (2004). Las trampas fueron cebadas con distintos atrayentes (Hormonas de felino, sardinas, frutas y verduras, carne pescado etc.). Los organismos capturados se registraron fotográficamente, se realizó su identificación in situ, y posteriormente se liberaron en los mismos sitios de captura.



Fotografía 8.1.3.2-6.- Trampa tipo Tomahawk colocada para la captura de pequeños mamíferos dentro del área del proyecto.

Para la captura de quirópteros se utilizaron 20 redes de niebla de 6,12 y/o 18 m de largo por tres m de ancho con un claro de malla de 12 mm, colocadas en sitios idóneos (claros en la vegetación, cuerpos de agua, oquedades) para capturar este tipo de organismos (**Fotografía 8.1.3.2-7**). Se tomaron datos morfométricos para su identificación y posterior liberación (Medellín, 1997).



Fotografía 8.1.3.2-7.- Colocación de redes de niebla para captura de murciélagos.

Por último, también se utilizaron cámaras con sensor de movimiento, para fotografiar a los mamíferos de talla grande que se encuentren en el área (**Fotografía 8.1.3.2-8**).

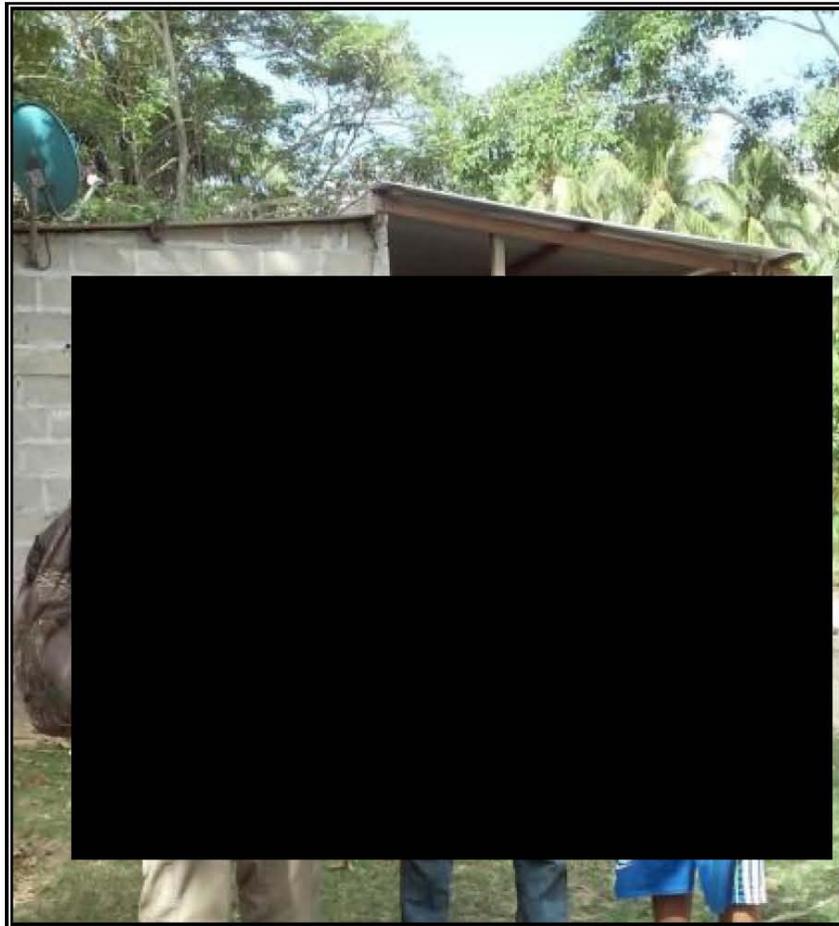


Fotografía 8.1.3.2-8.- Colocación de cámaras con sensor

Todos los ejemplares observados y/o capturados se identificaron con base en las guías de Aranda (1981); Ramírez, P. J. (1999); Ramírez-Pulido et al. (2005); Medellín (2008); Roland W. Kays and Don E. Wilson (2009).

Aplicación de Encuestas

Para enriquecer los listados de los grupos de anfibios, reptiles y principalmente de mamíferos se utilizó un método adicional indirecto para la obtención de información, el cual consiste en la recopilación de datos inéditos mediante encuestas y consultas a conservacionistas, naturalistas, cazadores, usuarios del campo y lugareños (**Fotografía 8.1.3.2-9**) respaldadas con fotografías o guías de campo.



Fotografía 8.1.3.2-9.- Entrevista con los lugareños para indagar la presencia de fauna silvestre, utilizando preguntas directas con material fotográfico o guías de campo de las diferentes especies de Fauna Silvestre.

RESULTADOS

Se realizaron 25 puntos de muestreo en los diferentes tipos de vegetación presente en el Área Contractual Catedral, los sitios se ubicaron en los dos tipos de vegetación dominantes en el área del proyecto (Tabla 8.1.3.2-2 y Figura 8.1.3.2-6).

Tabla 8.1.3.2-2.- Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo de fauna silvestre, en los diferentes tipos de vegetación y asociaciones que se encuentran en la Poligonal del Área Contractual Catedral.

Anfibios y Reptiles						
Metodología	Vegetación IAPF		Selva Alta Perennifolia		Sin Vegetación aparente	
	Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
	X	Y	X	Y	X	Y
Transecto inicial	466378	1928768	461615	1928262	459582	1924772
Transecto final	466538	1929140	461342	1927905	459353	1924887
Trampa de embudo y cerco conducido			461706	1928170		
Revisión de arroyos o cuerpos de agua	466260	1929287	461694	1928176		
Transecto inicial	462637	1928489	459609	1924643	464458	1924007
Transecto final	462731	1928672	459626	1924647	464632	1924079
Trampa de embudo	462748	1928640				
Revisión de arroyos o cuerpos de agua	462879	1928392			464552	1924042
Transecto inicial	462637	1928489	464356	1923917		
Transecto final	462731	1928672	464601	1923834		
Trampa de embudo	462748	1928640				
Revisión de arroyos o cuerpos de agua	462879	1928392				
Transecto inicial	462637	1928489	467750	1925351		
Transecto final	462731	1928672	467768	1925748		
Trampa de embudo	462748	1928640	459655	1924613		
Trampa de embudo			468904	1927162		
Revisión de arroyos o cuerpos de agua	462879	1928392	459672	1924602		
Transecto inicial	460079	1926718				
Transecto final	459674	1926697				
Transecto inicial	465267	1924887				
Transecto final	465384	1925252				
Revisión de arroyos o cuerpos de agua	465414	1925109				

Tabla 8.1.3.2-2.- Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo de fauna silvestre, en los diferentes tipos de vegetación y asociaciones que se encuentran en la Poligonal del Área Contractual Catedral. Continuación...

Mamíferos						
Metodología	Vegetación IAPF		Selva Alta Perennifolia		Sin Vegetación aparente	
	Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
	X	Y	X	Y	X	Y
Transecto inicial	466378	1928768	461615	1928262	459582	1924772
Transecto final	466538	1929140	461342	1927905	459353	1924887
Trampas tipo Sherman			461623	1928221		
Trampas tipo Tomahawk			461576	1928230		
Transecto inicial	462637	1928489	459609	1924643	464458	1924007
Transecto final	462731	1928672	459626	1924647	464632	1924079
Trampas tipo Sherman	462786	1928496	459661	1924596		
Trampas tipo Tomahawk	462785	1928588	459692	1924529		
Transecto inicial	460079	1926718	464356	1923917		
Transecto final	459674	1926697	464601	1923834		
Trampas tipo Sherman						
Trampas tipo Tomahawk						
Transecto inicial	465267	1924887	467750	1925351		
Transecto final	465384	1925252	467768	1925748		
Trampas tipo Sherman			468880	1927158		
Trampas tipo Tomahawk			468939	1927159		
Cámara trampa			467794	1925713		
Aves						
Metodología	Vegetación IAPF		Selva Alta Perennifolia		Sin Vegetación aparente	
	Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
	X	Y	X	Y	X	Y
Transecto inicial	466378	1928768	461615	1928262	459582	1924772
Transecto final	466538	1929140	461342	1927905	459353	1924887
Redes de Niebla			461698	1928206		
Transecto inicial	462637	1928489	459609	1924643	464458	1924007
Transecto final	462731	1928672	459626	1924647	464632	1924079
Redes de Niebla	462886	1928396				

Tabla 8.1.3.2-2.- Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo de fauna silvestre, en los diferentes tipos de vegetación y asociaciones que se encuentran en la Poligonal del Área Contractual Catedral. Continuación...

Aves						
Metodología	Vegetación IAPF		Selva Alta Perennifolia		Sin Vegetación aparente	
	Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
	X	Y	X	Y	X	Y
Transecto inicial	460079	1926718	464356	1923917		
Transecto final	459674	1926697	464601	1923834		
Transecto inicial	465267	1924887	467750	1925351		
Transecto final	465384	1925252	467768	1925748		
Redes de Niebla			459637	1924618		

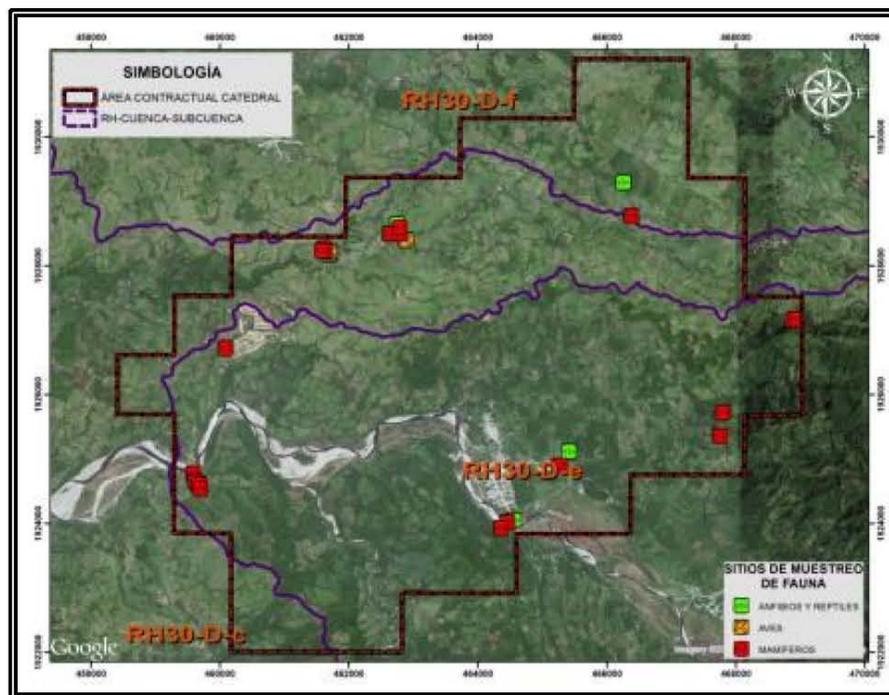
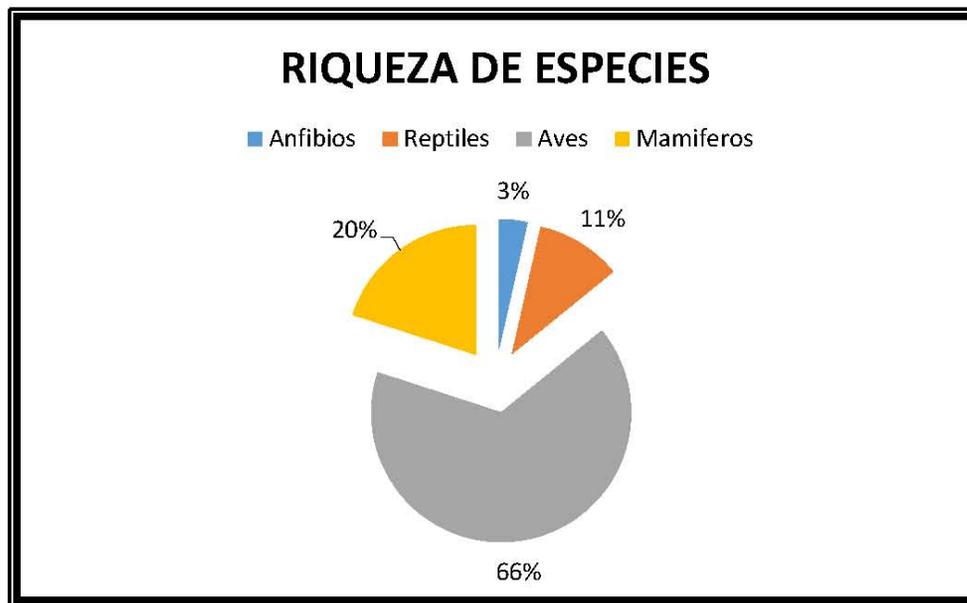


Figura 8.1.3.2-6.- En la figura se observan los diferentes puntos de muestreo de fauna silvestre que se realizaron dentro del Área Contractual Catedral, la ubicación de los sitios coinciden con los tipos de vegetación más representativos del área, de acuerdo a lo establecido en la Figura 8.1.3.2-5.

Diversidad y abundancia

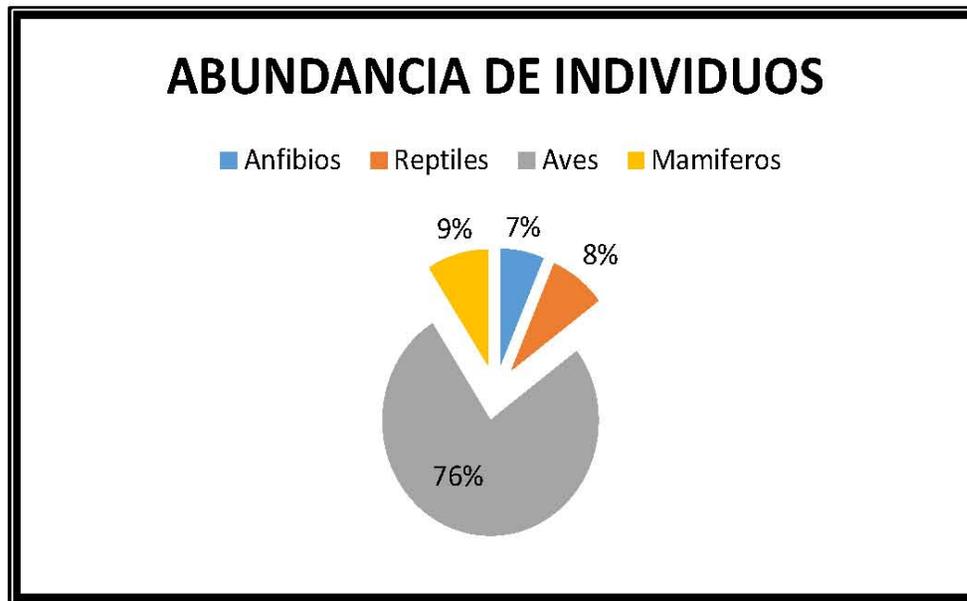
Riqueza de especies

La riqueza del Área Contractual Catedral está conformada por 85 especies de vertebrados terrestres, de los cuales el 66% (56 especies) son aves, 17 (20%) especies de mamíferos, 9 (11%) especies de reptiles y 3 (3%) especies de anfibios (Grafica 8.1.3.2-1).



Grafica 8.1.3.2-1.-Riqueza de especies en el Área Contractual Catedral.

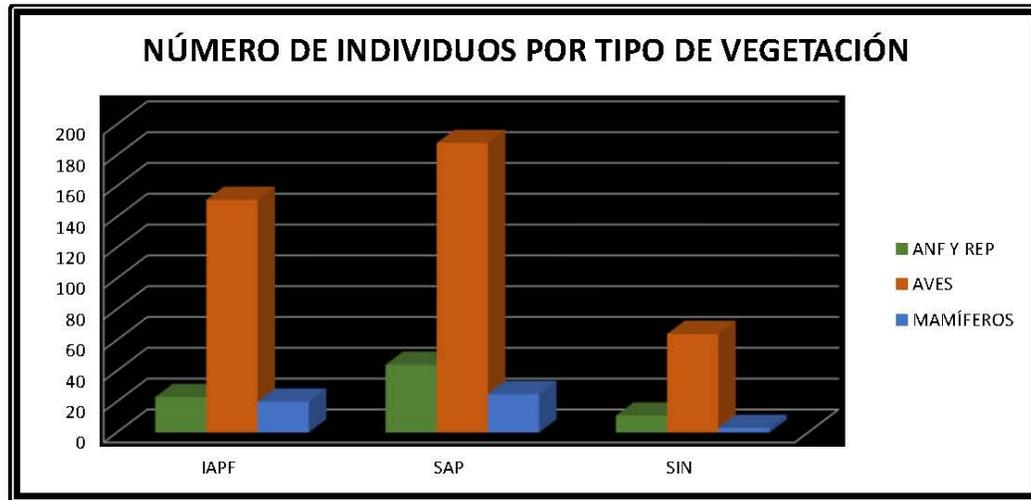
De igual manera, la abundancia de individuos tuvo una correlación con la riqueza de especies, ya que las aves es el grupo más abundante en la zona de estudio (Gráfica 8.1.3.2-2).



Gráfica 8.1.3.2-2. Las aves fue el grupo más abundante en el Área Contractual Catedral (403 individuos), mientras que los anfibios fue el menos abundante, con solo 34 individuos detectados.

Análisis de Abundancia por tipos de Vegetación

El tipo de vegetación influyó también en la riqueza y abundancia de las diferentes especies de fauna silvestre, así se puede observar que la Selva Alta Perennifolia es en donde se registraron el mayor número de individuos de los 3 grupos analizados (**Gráfica 8.1.3.2-3**). Las aves fueron las más abundantes en los tres tipos de vegetación examinados, ya que representaron el 76% (403 individuos) de los organismos detectados en el Área Contractual Catedral.



Grafica 8.1.3.2-3. La Selva Alta Perennifolia es el tipo de vegetación donde mayor abundancia y diversidad se registró en el Área Contractual Catedral, siguiéndole el IAPF y por último las áreas sin vegetación.

Especies bajo categoría de riesgo y Conservación

Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en el Área Contractual Catedral existen 13 especies en algún estatus de la norma. En la Tabla 8.1.3.2-3 se observan las especies catalogadas en las diferentes categorías establecidas en la norma.

Tabla 8.1.3.2-3. Especies presentes en el Área Contractual Catedral con alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLES	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios y Reptiles			
<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Leopard Frog	Pr
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Green Iguana	Pr
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	Northeastern Spinytail Iguana	A
<i>Boa constrictor</i>	Boa	Boa constrictor	A
<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca terciopelo real	Central American Lancehead	A
<i>Kinoestemon leucostomum</i>	Tortuga pecho quebrado labios blancos	White-lipped Mud Turtle	Pr
Aves			
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Olive-throated Parakeet	Pr
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo	Collared aracari	Pr
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán tipo canoa	Collared aracari	Pr
<i>Psarocolius montezuma</i>	Papan real	Oropéndola Moctezuma	Pr
Mamíferos			
<i>Alouatta Sp.</i>	Mono aullador. Saraguato	Yucatan black Howler	P
<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Central american spider Monkey	P
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puercoespin mexicano	Mexican Hairy Dwarf	A

FUENTE: *NOM-059- SEMARNAT-2010.- Categoría de riesgo: A.- Amenazada, P.- Peligro de extensión, Pr.- Protección especial.

Áreas sensibles.

Áreas de conservación

Para la visualizar si alguna área de conservación pudiera tener alguna interacción con la superficie del Área Contractual Catedral, se realizó una sobre posición de planos de las poligonales de las diferentes áreas de conservación, con la poligonal del área contractual. Para llevar a cabo lo mencionado anteriormente, se realizó un exhaustivo análisis bibliográfico para identificar todas las regiones geográficas dentro (de los límites) o cercanas al Área Contractual Catedral, analizando aquellas con alguna política de



conservación encaminada a preservar la fauna silvestre y/o su hábitat, para esto se tomó como antecedente las Áreas Naturales Protegidas Federales de México (CONANP, 2012) y las Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales (INE-CONANP, 2001).

De igual manera, para el desarrollo de este apartado se consultaron las bases de datos de la CONABIO sobre Regiones Terrestres Prioritarias y Regiones Hidrológicas Prioritarias (Ariaga, et. al, 2000); Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) Benítez, Arizmendi y Márquez, (1999), y las Unidades de manejo de la vida silvestre UMA (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo>).

Para determinar si el Área Contractual Catedral se ubica en un área de manglar, se consultó el sistema nacional de información de la biodiversidad publicado en Internet en el portal de geoinformación de la CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/manglegw), con el fin de visualizar el ecosistema de manglar del mapa de manglares de México 2005.

Por último, para determinar si el Área Contractual Catedral se ubica en un área de Humedales y/o sitios Ramsar (la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, -Convención de Ramsar-).se consultó el portal de la CONANP (<http://ramsar.conanp.gob.mx/lr.php>) y se compararon estos sitios con la ubicación geográfica del Área Contractual Catedral.

A continuación se hará una pequeña descripción de las diferentes áreas analizadas:

A) Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 46 de la LGEEPA se consideran Áreas Naturales Protegidas a las Reservas de la Biosfera, los Parques Nacionales, los Monumentos Naturales, las Áreas de Protección de Recursos Naturales, las Áreas de Protección de Flora y Fauna, los Santuarios, los Parques y Reservas Estatales y las Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población.



B) Regiones Terrestres Prioritarias.

Son Unidades ambientales en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa, y donde además se tiene una oportunidad real de conservación.

C) Regiones Hidrológicas Prioritarias.

El aumento o disminución de la biodiversidad de las aguas epicontinentales están basados en evidencias sobre la pérdida de hábitats (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), de especies, así como en la sobreexplotación e introducción de especies exóticas. Entre otros aspecto técnicos, surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Actualmente existen 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO 2008).

D) Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAs).

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves en México (AICA's), pretende formar parte a nivel mundial de una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos.

E) Unidad de Manejo de la Vida Silvestre (UMA'S).

El Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la vida silvestre está compuesto por propiedades o conjunto de propiedades privadas, ejidales o bien, empresas sujetas a registro, manejo de hábitat, monitoreo poblacional, procesos sustentables de aprovechamiento, planes de manejo y certificación de la producción. Sitios que hasta 1996 se conocían como viveros, jardines botánicos, zoológicos, criaderos y ranchos cinegéticos, entre otros.

El sistema antes mencionado incluye las UMA's que pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privadas, ejidal,



comunal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestres que requiere de un manejo para su operación (compendio estadísticas ambientales, 2002), dicha información se obtendrá de los registros oficiales de la SEMARNAT (<http://www.semarnat.gob.mx/estados>).

F) Humedales (SITIOS RAMSAR).

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Actualmente cuenta con 142 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo, siendo México uno de los países integrantes.

Su principal objetivo está orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

G) Manglares

A nivel mundial México se ubica entre los países con mayor superficie de manglar, aunque hay discrepancia entre las estimaciones reportadas. De acuerdo con la FAO, México en el año 2000 tenía 440,000 ha, cifra que contrasta con las cerca de 890,000 ha que para la misma fecha reportó SEMARNAT.

Debido a que hasta el año 2005 no se contaba con estimaciones confiables de la velocidad a la que estaba cambiando el manglar en el país, y no se conocían a escala nacional cuáles eran los factores que estaban provocando esos cambios, la CONABIO inició el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), con la finalidad de generar los conocimientos necesarios que incidan en las políticas públicas, para una mejor planeación y manejo de este ecosistema a nivel nacional.

Resultados

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Con la sobreposición de planos de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y municipales de México (CONANP, 2012) sobre la poligonal del proyecto, se pudo constatar que ninguna de ellas interactúa directamente con el Área Contractual Catedral (**Figura 8.1.3.2-7**). Las más cercanas al Área Contractual Catedral son de carácter estatal y su distanciamiento se puede observar en la **Tabla 8.1.3.2-4**.

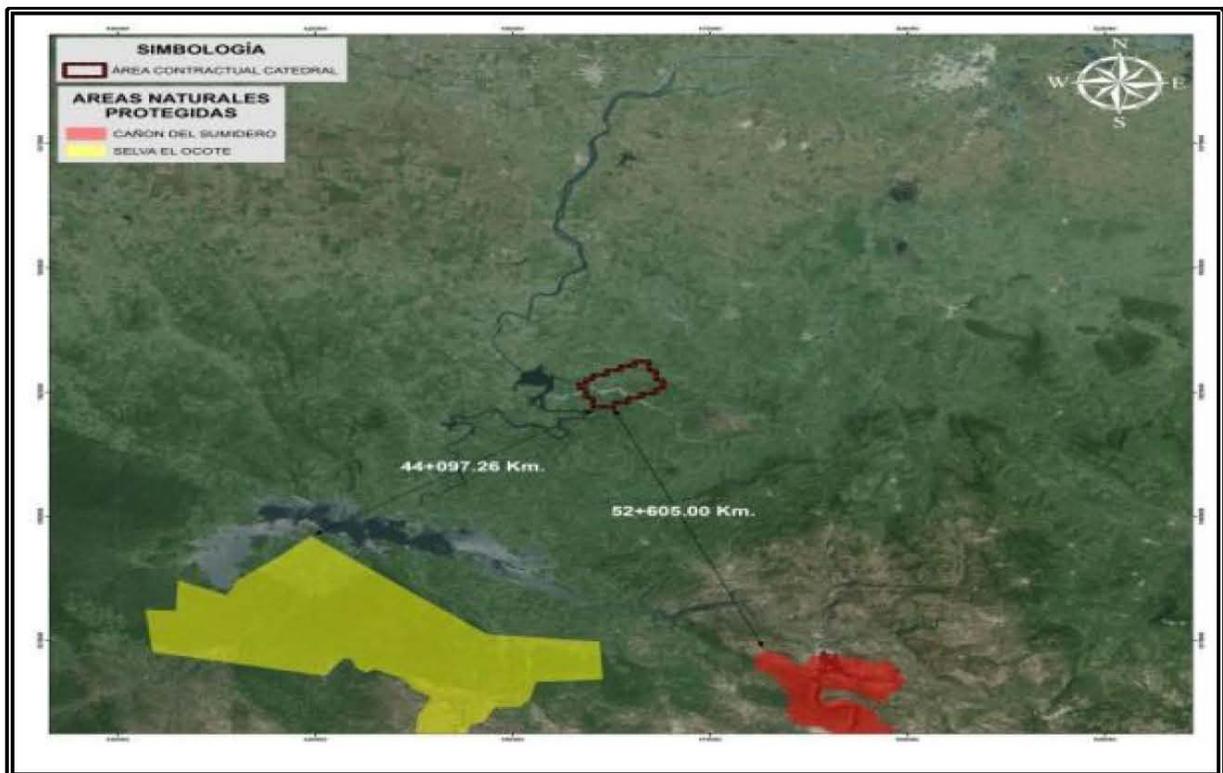


Figura 8.1.3.2-7.- Ubicación geográfica del Área Contractual Catedral con relación a las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y municipales.



Tabla 8.1.3.2-4.- Áreas naturales Protegidas cercanas al Área Contractual Catedral

No.	Nombre	Distancia Km.	Dirección
1	Cañón del sumidero	52.6	SE
2	Selva El Ocote	44.0	SO

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

En la Figura 8.1.3.2-8 se pueden observar las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al proyecto, y de acuerdo a la ubicación del Área Contractual Catedral, se concluye que no está dentro de ninguna RTP. En la Tabla 8.1.3.2-5 se listan las más cercanas al Área contractual.

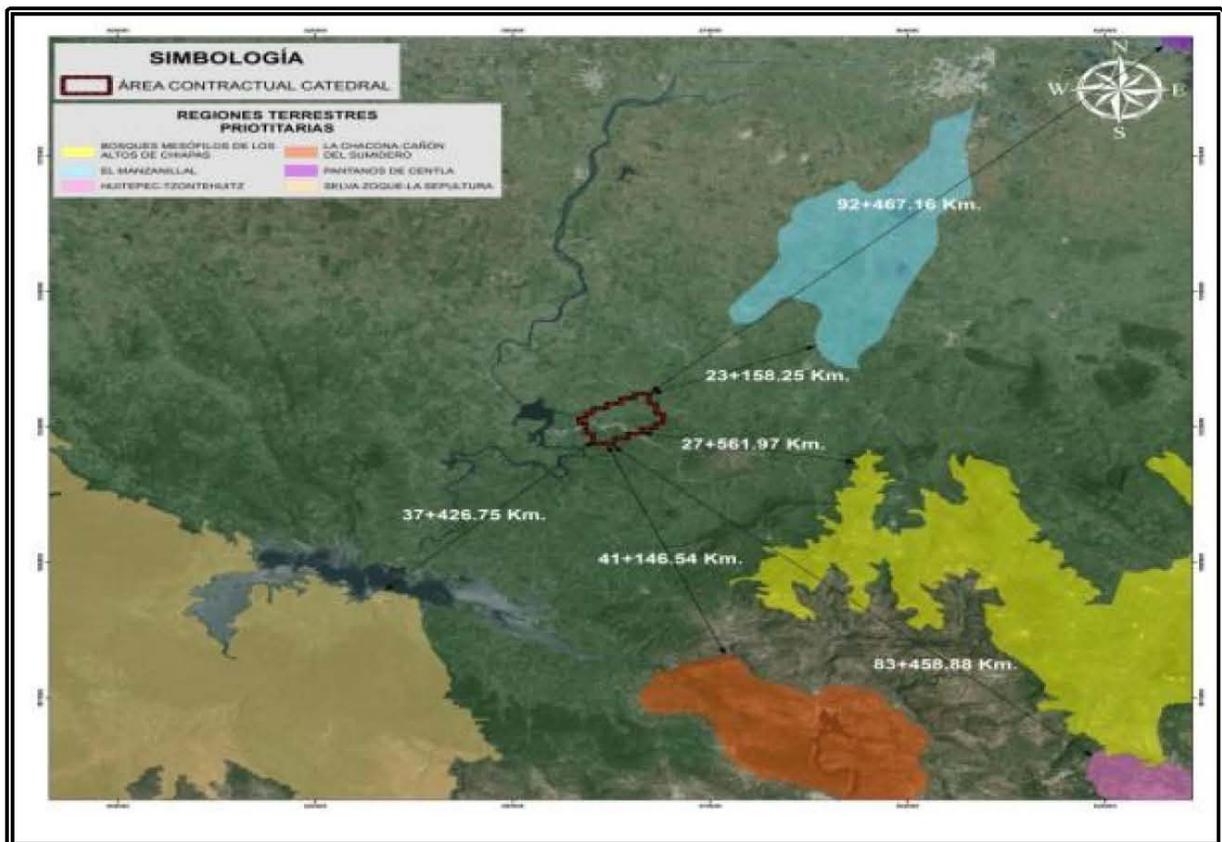


Figura 8.1.3.2-8.- Ubicación geográfica de las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas con la poligonal del Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1.3.2-5.- Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al Área Contractual Catedral.

No.	Nombre	Distancia km	Dirección
1	Bosques Mesófilos de los Altos de Chiapas	27.5	E
2	El Manzanillal	23.1	NE
3	Huitepec-Tzontehuitz	83.4	SE
4	La Chacona – Cañón del Sumidero	41.1	SE
5	Pantanos de Centla	92.4	NE
6	Selva Zoque – La sepultura	37.4	SO

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En la **Figura 8.1.3.2-9** se pueden observar las RHP establecidas por la CONABIO, y de acuerdo a la ubicación del Área Contractual Catedral, se concluye que está dentro de la Región Hidrológica Prioritaria **Malpaso – Pichucalco**. En la **Tabla 8.1.3.2-6** se listan las más cercanas al Área contractual.

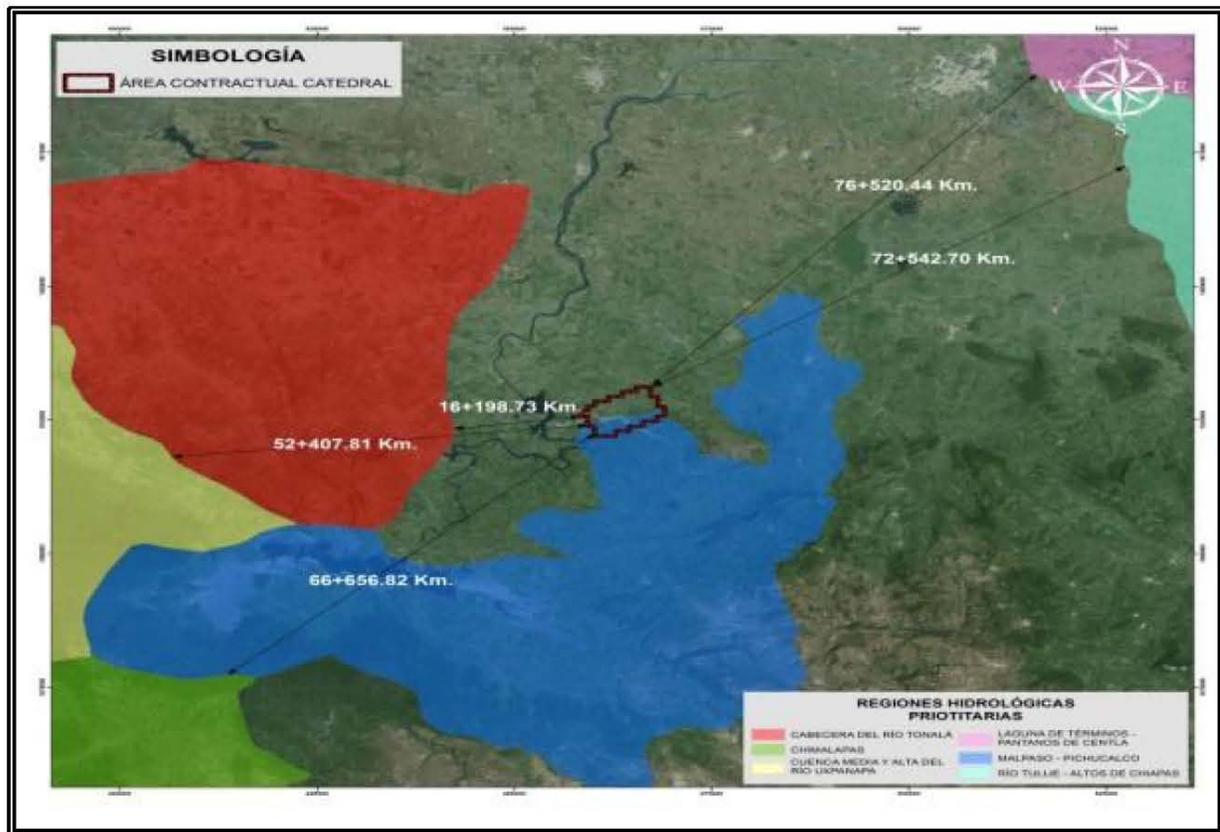


Figura 8.1.3.2-9.-Regiones Hidrológicas Prioritarias que interactúan con la Poligonal del Área Contractual Catedral

Tabla 8.1.3.2-6.- Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Catedral.

No.	Nombre	Distancia Km.	Dirección
1	Cabecera del Río Tonalá	16.1	O
2	Chimalapas	66.6	SO
3	Cuenca media y alta del río Uxpanapa	52.4	O
4	Laguna de Términos – Pantanos de Centla	76.5	NE
5	Malpaso - Pichucalco	0	S
6	Río Tulije – Altos de Chiapas	72.5	NE

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)

En la Figura 8.1.3.2-10 se pueden observar las AICA'S establecidas por la CONABIO, y de acuerdo a la ubicación del Área Contractual Catedral, se concluye que no está dentro de ninguna AICA'S. En la Tabla 8.1.3.2-7 se listan las más cercanas al Área contractual.

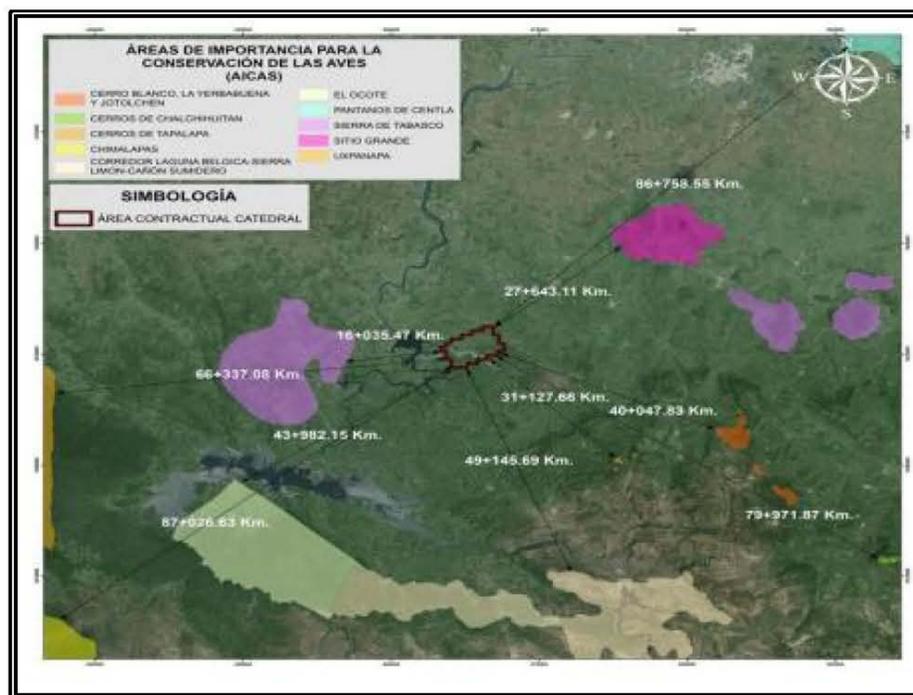


Figura 8.1.3.2-10.- En la figura se muestran las AICA's más cercanas al Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1.3.2-7.- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves cercanas al Área Contractual Catedral

No.	NOMBRE	Distancia Km.	Dirección
1	Sierra de Tabasco	16.03	Este
2	Sitio Grande	27.64	Noreste
3	Cerro de Tapalapa	31.12	Sureste
4	Uxpanapa	40.004	Sureste

Unidad de Manejo de la Vida Silvestre (UMA'S)

Con base a la información consultada, dentro del Área Contractual Catedral no se tiene registrada ninguna UMA.

HUMEDALES (Sitios Ramsar)

México es uno de los países integrantes de la Convención de RAMSAR la cual busca preservar aquellos humedales que son de suma importancia a nivel mundial. Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones como la regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, la recarga de acuíferos, la estabilización del clima local. También son importantes los valores de esos sitios, como son sus recursos biológicos, las pesquerías y el suministro de agua, y por último sus atributos de los humedales, ya que representan un refugio de diversidad biológica, además de ser un patrimonio cultural y sitios donde se desarrollan los usos tradicionales.

En la **Figura 8.1.3.2-11** se puede observar que de acuerdo a la ubicación del Área Contractual Catedral, ningún Sitio Ramsar interactúa de manera directa en el proyecto. En la **Tabla 8.1.3.2-8** se lista el más cercano al área del proyecto.

Tabla 8.1.3.2-8.- Sitio Ramsar cercano al Área Contractual Catedral

No.	NOMBRE	Distancia Km.	Dirección
1	Parque Nacional Cañón del Sumidero	53.8	SE



Figura 8.1.3.2-11.- Sitio RAMSAR más Cercano al Área Contractual Catedral.

Manglares

En 2005 la CONABIO inició diversas acciones para conocer con mayor precisión la distribución de los manglares en México, usando datos de sensores remotos como línea base para conformar el componente espacial del sistema de monitoreo de este ecosistema. Para este fin, se retomaron las regiones que los especialistas en manglar de México propusieron para el estudio de este ecosistema, las cuales son los siguientes:

- Pacífico Norte (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit)
- Pacífico Centro (Jalisco, Colima y Michoacán)
- Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas)

- Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco)
- Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo).

El mapa de distribución de manglares de México línea base (2005), fue generado principalmente a través de 134 imágenes multiespectrales del satélite SPOT-5 (Satellite Pour l'Observation de la Terre), de las cuales el 83 % corresponde al período 2005 - 2006 y se utilizó la infraestructura informática desarrollada por la CONABIO, los datos disponibles en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), así como información de referencia generada previamente por el INEGI, la CONAFOR, la CONANP, el INE y estudios desarrollados por más de 70 especialistas en manglar de todo el país.

El principal resultado de este proceso fue la cartografía de los manglares de México a una escala 1:50,000, que permitió cuantificar para el año 2005 una superficie total de 774,090 hectáreas de manglares en México. Esta información sirvió como la línea base para el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), que actualmente se realiza en la CONABIO.

A partir de la línea base 2005 y con trabajos complementarios de percepción remota, se han calculado las superficies de manglar para la década 1970-1980 y 2010. Así mismo, con estos datos se ha calculado la superficie de manglar que se encuentra bajo protección. Utilizando la información mencionada anteriormente y de acuerdo a la ubicación geográfica del Área Contractual Catedral, se puede concluir que no existe ninguna asociación de Manglar que interactúe con el área del proyecto (**Figura 8.1.3.2-12**).



Figura 8.1.3.2-12. La zona de Manglar más cercana al Área Contractual Catedral se localiza aproximadamente a 98 km al norte del proyecto.

Rutas de migración de mamíferos y aves.

Ruta migratoria de mamíferos

Las especies migratorias (como los Murciélagos) enfrentan retos particulares para su conservación, ya que se debe de implicar a muchos sectores sociales con diversos intereses. La gran diversidad de estas especies, su historia natural y ecología, así como sus rutas migratorias hacen que en la mayoría de los casos, su conservación sea un asunto de coordinación internacional para proteger las zonas de hibernación, las de verano y los corredores que las conectan. En la **Figura 8.1.3.2-13** se muestra la riqueza de las especies de Murciélagos en el continente Americano.



Figura 8.1.3.2-13.- Riqueza de Murciélagos en Latinoamérica (Bat Conservation International).

Los Murciélagos representan el segundo grupo más diverso de mamíferos y México cuenta con más de 140 especies (Ceballos *et al.* 2002). Aun cuando los murciélagos muestran un aparente éxito demográfico que parece más evidente al entrar a una cueva con miles o cientos de miles de ellos, este grupo de animales se encuentra entre los más frágiles y cuyos números han declinado más estrepitosamente en las últimas décadas (Hutson *et al.* 2001). Además, enfrentan la amenaza de la destrucción de sus cuevas como resultado de vandalismo, ignorancia o intentos mal conducidos de control de murciélagos vampiro.

Una de las mayores rutas migratorias con el mayor número de migrantes están localizados en Texas, Sonora y Nuevo León. Se ha reportado que la Cueva La Boca (ubicada en Santiago, Nuevo León) funge como espacio de albergue y reproducción en el verano para estos mamíferos (Wiederholt, R., *et al.* 2013). Por lo que se convierte en una localización clave para el desarrollo de la población, además, hay especies

que utilizan el territorio mexicano como corredor, otras que invernan en el país y algunas más que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur (Medellín, R.A., *et al.* 2009). En la **Figura 8.1.3.2-14** se pueden observar algunas de las rutas migratorias de éstos mamíferos en la República Mexicana.



Figura 8.1.3.2-14. Rutas Migratorias y de anidación de murciélagos en México y Estados Unidos (Wiederholt, R., L. López-Hoffman, J. Cline, R. A. Medellín, P. Cryan, A. Russell, G. McCracken, J. Diffendorfer, and D. Semmens. 2013. Moving across the border: modeling migratory bat populations. *Ecosphere* 4(9):114.)

Rutas migratorias de aves

De acuerdo a la distribución de aves el continente americano se puede dividir en dos regiones (**Figura 8.1.3.2-15**), la Neártica al norte del Trópico de Cáncer, y la Neotropical al sur del trópico de Cáncer. La gran mayoría de las aves que se encuentran en la región Neártica migran hacia el sur en la época invernal, debido a la escasez de alimento en su lugar de anidación. A estas aves migratorias también se les conoce como migratorias neotropicales (Ocampo-Peñuela 2010).

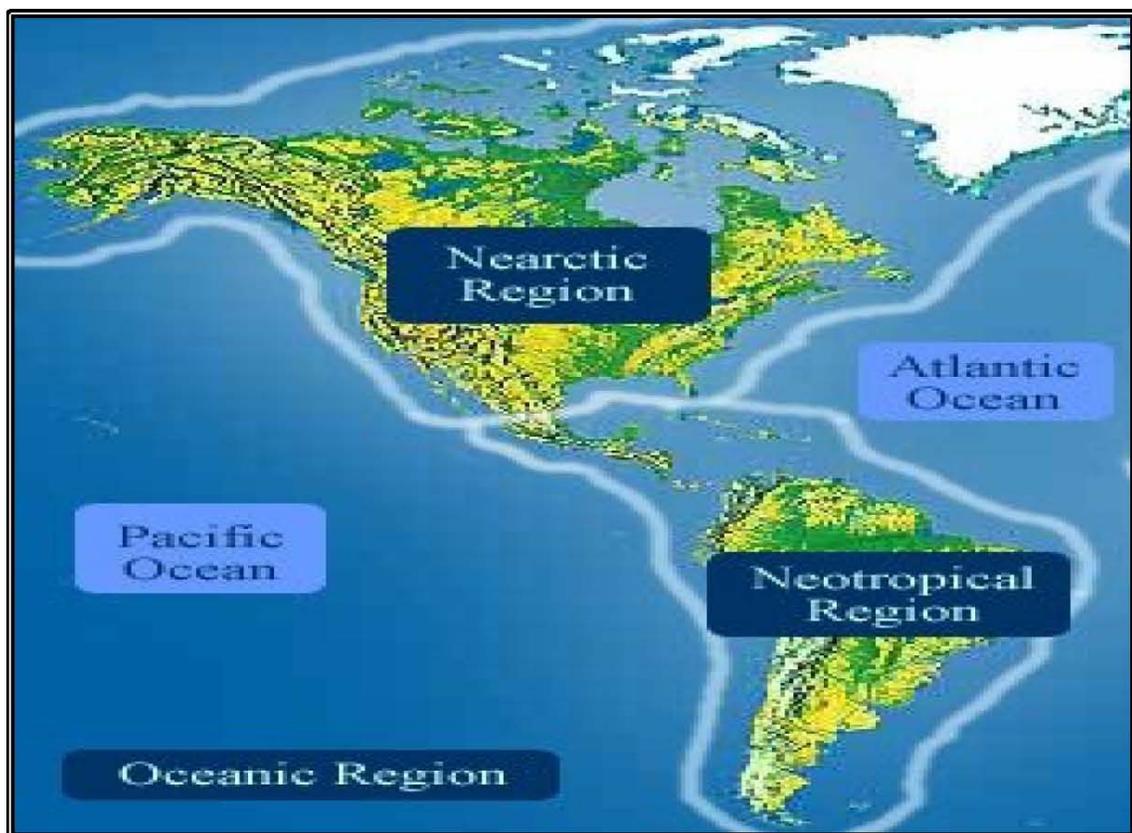


Figura 8.1.3.2-15.- Regiones del continente americano en el cual se distribuyen las aves (<http://animaldiversity.org/glossary/>).

Las aves migratorias durante su travesía realizan un enorme gasto energético, por lo que muchas especies de aves hacen paradas estratégicas para abastecer sus reservas de energía (Gill 1995). Completar este



largo viaje implica para las aves algunos cambios en su metabolismo y comportamiento, la migración supone costos muy altos entre los que se encuentran los siguientes (Gill 1995):

- Mortalidad de más del 50 % de los individuos que migran
- Jornadas que para algunas especies incluyen atravesar océanos y desiertos
- Vulnerabilidad ante fenómenos naturales como huracanes
- Exposición a predadores que muchas veces aprovechan el agotamiento extremo de los migrantes
- Actividades antrópicas como la cacería

La República Mexicana alberga la mayor cantidad de especies de aves migratorias de Norteamérica, ya que más del 80% de las especies clasificadas como migratorias neotropicales llegan al país y la mitad de ellas pasan aquí entre 6 a 8 meses del año (Rappole et ál. 1993). Aunque los datos no son exactos, a través del tiempo y gracias a los estudios se han determinado unas rutas de migración que las aves utilizan, aunque no son estrictas, son generalidades que nos permiten entender el comportamiento de estas durante su migración.

Estas rutas son principalmente para especies gregarias como los patos, las aves playeras y las rapaces (Fierro 2009), pues éstas son más fáciles de observar y han sido bien estudiadas. Por el contrario, las aves más pequeñas y solitarias usan corredores de migración mucho más amplios y diversos, que aún no se conocen con certeza (Ocampo-Peñuela 2010). En el país pasan 4 rutas importantes de migración (**Figura 8.1.3.2-16**):

- La del Pacífico
- La del Centro
- La del Golfo
- La del Atlántico

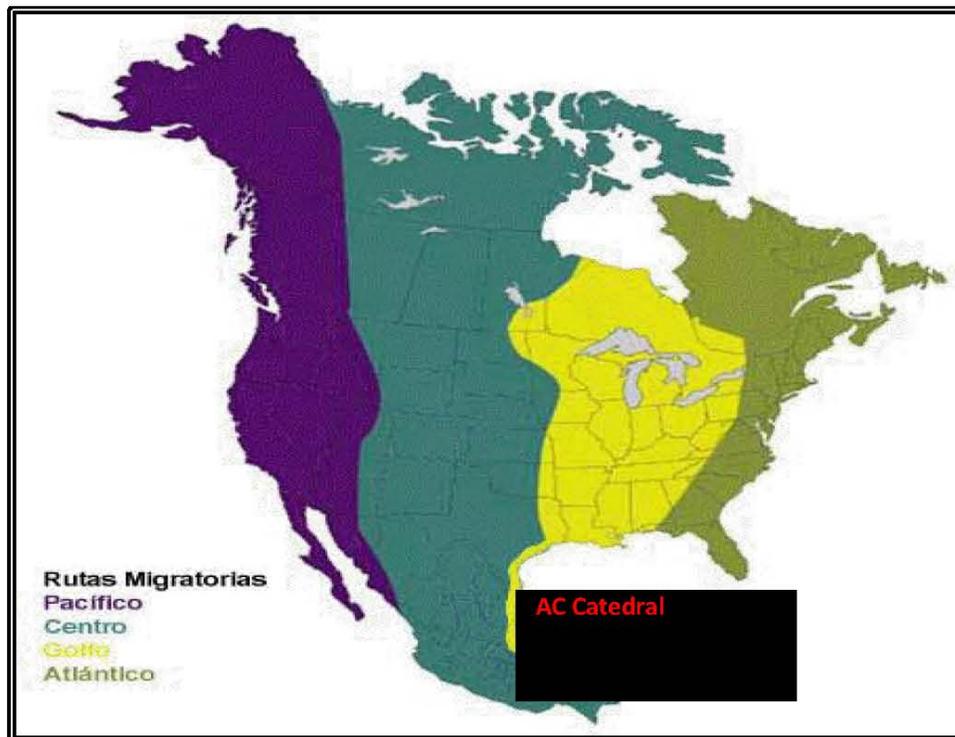


Figura 8.1.3.2-16.- El Área Contractual Catedral se localiza en la Ruta Migratoria del Golfo, de acuerdo con lo establecido en “Rutas migratorias de aves en América del Norte”, (SEMARNAT 2009).

La ruta del Pacífico reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica, migran por toda la costa oeste de Canadá y Estados Unidos y siguen su camino hacia el sur a través de la Costa del Pacífico en México. La ruta del Centro congrega aves de las grandes praderas Norteamericanas, pasa por México a través de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y por el Altiplano Central.

Las aves que migran por la ruta del Golfo o Mississippi provienen de las costas orientales de Canadá y Estados Unidos hasta llegar a Sudamérica, el Área Contractual Catedral se localiza dentro de esta ruta. La ruta del Atlántico se encuentra al este de la ruta del Golfo, atraviesa en gran medida el océano Atlántico conectándose con las demás rutas en el estado de Yucatán y sigue hasta llegar a Sudamérica, (http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/naturalia_aves.pdf). Con base a las rutas



migratorias, de la **Figura 8.1.3.2-16**, se puede observar que el polígono del Área Contractual Catedral se ubica dentro de la Ruta Migratoria del Golfo.

Conclusiones

El área donde se ubica el Área Contractual Catedral actualmente se encuentra deteriorada desde el punto de vista de vegetación natural, ya que una gran parte de las especies nativas han sido removidas para dar paso a las actividades agropecuarias. En este nuevo escenario el paisaje en la zona está dominado por áreas destinadas a diferentes cultivos, además de las parcelas con pastizales utilizados como alimento para el ganado. El paisaje lo complementan las diferentes especies de la Selva Alta Perennifolia que se distribuyen en la parte oeste y centro del Área Contractual Catedral, siendo esta vegetación natural la que mayor presencia tiene en la zona.

Este proceso de fragmentación o división de extensos hábitats en parches aislados de vegetación, tiene consecuencias biológicas importantes en las comunidades, que van desde cambios en las características genéticas dentro de las poblaciones, hasta cambios en la distribución de especies y composición de los ecosistemas. En estos parches o "islas" únicamente sobrevivirán aquellas especies con pequeños rangos de distribución o modestos requerimientos de hábitat, siendo un verdadero problema para aquellas especies de talla media y con mayores necesidades de alimento y con amplios rangos de distribución.

Con base a los resultados de campo se puede constatar que en el Área Contractual Catedral la diversidad de especies de fauna silvestre es baja, ya que durante los trabajos de campo solo se detectaron 85 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 3 son especies de anfibios, 9 especies de reptiles, 56 especies de aves y 17 especies de mamíferos. La presencia de un mayor número de especies de aves es comprensible por dos razones principales, la primera es que las aves son más conspicuas y pueden ser vistas más fácilmente, ya sea por su canto, por su plumaje o porque pueden ser observadas a más distancia. La otra razón y consideramos como la más importante, es que estos organismos tienen una capacidad de desplazamiento mayor que la mayoría de los mamíferos, de los anfibios y de los reptiles.



La zona donde se ubica el Área Contractual Catedral no presenta características por las cuales se le pueda denominar como un corredor ecológico, ya que la vegetación de la Selva Alta Perennifolia está distribuida en manchones de diferente superficie en la parte inferior del polígono del área contractual. Este tipo de vegetación está muy lejos del Área Natural Protegida más cercana (Selva el Ocote, aproximadamente a 44 km al SO).

REGISTRO DE DAÑOS AMBIENTALES

Inevitablemente la convivencia entre la fauna silvestre y el ser humano tiene efectos contraproducentes la las diferentes especies de animales registradas en la zona, ya que el efecto directo por la presencia humana (industria, ganadería y agricultura), es la pérdida del hábitat natural de las especies, por lo que los diferentes organismos presentes en el área, se ven obligados a moverse a otros sitios donde no sean perturbados. Aunado a lo anterior, existen algunas personas de la localidad que aún realizan el aprovechamiento cinegético de algunas especies de fauna silvestre.

Otro efecto negativo hacia la fauna silvestre es la continua presencia de la actividad humana, ya sea por la actividad agropecuaria o por la actividad industrial, lo que se traduce en un constante movimiento de vehículos por la zona, los cuales con sus niveles de ruido alto ahuyentan a la fauna cercana. Otro efecto inevitable por la presencia de los diferentes vehículos, es el atropellamiento de algunos organismos que cruzan los diferentes caminos pavimentados o de terracería.

Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Con base a los trabajos de campo realizados en el Área Contractual Catedral, podemos concluir que no se encontraron registros de que alguna de las especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ha sido directamente afectada por la actividad que se desarrolla en la zona.



Reducción de hábitat

Como ya se mencionó anteriormente, la presencia humana en la zona es sinónimo de destrucción del hábitat natural, lo que puede ser constatado por el cambio de usos de suelo en la región, ya que la distribución actual de la Selva Alta Perennifolia está restringida a las zonas poco accesibles de la región (Figura 8.1.3.2-5), no existiendo comunicación entre los diferentes manchones. La superficie restante del Área Contractual Catedral lo conforman zonas con actividad agrícola, pecuaria y las áreas urbanas y suburbanas.

Perdida de la biodiversidad

La pérdida de la biodiversidad es un efecto directo de la reducción del hábitat natural de las especies de fauna silvestre, en primera instancia porque al reducir el hábitat se pierden las áreas donde se distribuye la fauna silvestre, ya sea las consideradas como dormideros, las áreas de alimentación y/o refugio o incluso zonas de anidación.

Durante los trabajos de campo se realizaron diferentes recorridos en toda el Área Contractual Catedral con dos propósitos principales, uno era el desplazarse a lo largo de toda el área, y el otro fue el de observar la fauna silvestre que atraviesa los diferentes caminos de la zona. Durante los diferentes recorridos no se observó el atropellamiento y muerte de fauna silvestre, aunque no podemos concluir que esto no suceda siempre, lo que si podemos establecer que al parecer el desplazamiento de vehículos por la zona no es un factor determinante en la pérdida de la diversidad faunística.

Corredores biológicos

La legislación ambiental de México no define oficialmente el significado de corredor biológico, por lo que no se tiene un término para definir este concepto. No obstante la anterior, la CONABIO en su órgano de difusión “Biodiversidad Mexicana”, determinan que el nombre de “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utilice para nombrar una gran región, a través de la cual las Áreas Naturales



Protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas o también sería el caso de los remanentes de los ecosistemas originales) mantengan su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permitan el flujo de las especies.

En el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques no protegidos, el manejo sostenible del bosque no protegido permitiría mantener la composición y estructura del ecosistema forestal conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies. El flujo y número de especies estará relacionado al grado de modificación de los ecosistemas originales, mientras más conservado mayor diversidad, y por el contrario, mientras menos conservada esté la zona el flujo será escaso o nulo.

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos”.

La dispersión de los individuos es uno de los procesos biológicos más importantes para la conservación de las especies, ya que generación tras generación las poblaciones se dispersan y colonizan exitosamente lugares lejanos al sitio donde nacieron. En las plantas son las semillas las que realizan la dispersión, mientras que en los animales generalmente son los individuos jóvenes los que migran. Los corredores permiten el movimiento y colonización de los individuos con lo que se previene la extinción local de poblaciones, se mantiene el flujo genético, se reduce la consanguinidad y se conserva la diversidad de especies en los fragmentos.

8.1.4 Paisaje

En el proceso de evaluación de impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una primera fotografía panorámica del estado en el que se encuentra el sistema, previo al desarrollo del proyecto evaluado.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. La importancia que tiene este parámetro en la evaluación ambiental es de primer orden, toda vez que en él se integran los diversos factores y componentes del ambiente.

El paisaje corresponde a la heterogeneidad de un área geográfica compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que incluye todos los factores y componentes ambientales, incorporando las actividades antropogénicas como un elemento transformador del conjunto (Zonneveld 1988 en Sebastián *et al*, 1998).

La evaluación del paisaje se sintetiza en las interacciones de los elementos que componen y caracterizan el sistema tales como: subsistema natural (abiótico y biótico), socioeconómico (humano) y productivo, Cervantes y Alfaro (1998). De acuerdo a lo anterior el paisaje, es un bien, que puede ser aprovechado del mismo modo que cualquier otro recurso y cualquier decisión que se realice sobre el territorio o que tenga incidencia en el espacio territorial, es parte del paisaje (Aramburu *et al*, 2001).

8.1.4.1 Metodología

Se analizó el paisaje del **Área Contractual Catedral**, como una característica, que resume los atributos del medio y su estatus actual incluyendo los efectos derivados de la actividad antropogénica. Considerando los criterios geocológicos y de relieve, con el fin de definir la **Calidad Visual Vulnerable**, en el sistema como un indicador. Se analizaron los resultados del estudio del medio abiótico y biótico. Se dividió el área de

estudio en unidades paisajísticas de acuerdo a un criterio fisiográfico, de cobertura vegetal y de uso de suelo.

El análisis del paisaje puede seguir diferentes métodos, pero para este estudio se delimitó la cuenca visual, ésta, se define como la superficie visible desde un punto o conjunto de puntos. La percepción del paisaje es mayoritariamente visual, por eso para estudiar el impacto sobre una zona natural determinada, hay que definir:

- i. Calidad visual (CV)
- ii. Fragilidad visual (FV)
- iii. Visibilidad (V).

8.1.4.2 Descripción del Paisaje en el Área Contractual Catedral

El Área Contractual Catedral se localiza en el Municipio de Ostucán, Chiapas; el cual se localiza al norponiente del Estado, forma parte de la Región V (Norte) se ubica entre los 17° 24' de latitud norte y entre los 93° 20' longitud oeste del Meridiano de Greenwich a una altitud promedio de 100 msnm, enclavado en una agreste superficie y esmeraldinos paisajes que forman parte de la región de montañas del norte de Chiapas donde corre la arteria caudalosa del río Mezcapala, en la colindancia sudeste se encuentra el volcán "Chichonal". Limita con los Municipios de Pichucalco y Sunuapa al norte; Tecpatán al sur, Francisco León al Este y al oeste con el Estado de Tabasco. Su extensión territorial de acuerdo con fuentes estatales y municipales es de 946.6 km² .

El predominio de caracteres físicos, químicos y biológicos que presentan los suelos lo clasifican en su gran mayoría dentro de los Luvisol donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de fierro.



Figura 8.1.4-1.- Localización del Área Contractual Catedral

Fisiográficamente, el área de estudio se localiza dentro de la *Provincia Sierra de Chiapas y Guatemala*, específicamente dentro de la *Subprovincia Sierra del Norte de Chiapas*. Esta provincia incluye las sierras del noroeste y noreste de Chiapas, así como la altiplanicie al sur del estado. Dichas sierras están integradas por rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental. Al noroeste se localiza el imponente Cañón del Sumidero por donde fluye el río Grijalva y al centro-sur de la provincia se encuentra la Depresión central de Chiapas, en donde está la presa de la Angostura.

La vegetación de esta provincia, incluye selvas secas, selvas medianas, bosques de niebla y bosques de pino-encino. La diversidad de la Sierra Madre de Chiapas, se debe a la influencia biogeográfica Mesoamericana, y a la exposición a la humedad del Pacífico y el Golfo de México.

Particularmente el área de estudio está inmersa en la provincia florística denominada *Costa del Golfo de México*, se extiende en forma de una franja continua a lo largo de las partes bajas de los estados de Veracruz y Tabasco, ocupando casi todo su territorio, y además abarca algunas porciones adyacentes de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y probablemente de Campeche. Un manchón algo aislado parece existir también en el sureste de Tamaulipas. El clima en la mayor parte de su extensión es caliente y húmedo; en las porciones más secas se acentúan los elementos florísticos afines a la Provincia de la Costa Pacífica y a la Región Xerofítica Mexicana. El tipo de vegetación más ampliamente difundido es el bosque tropical perennifolio, aunque en algunos sectores se presentan también encinares, diferentes tipos de comunidades hidrófilas, el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978).

En cuanto a la vegetación que se presenta en el Área Contractual Catedral se encuentra: Agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF), Pastizal Inducido (PI) y Selva Alta Perennifolia (SAP).

8.1.4.3 Calidad visual del paisaje

Por calidad del paisaje, como valor intrínseco del mismo, podemos entender el conjunto de características, visuales y emocionales, que califican su belleza. Blanco en 1979, entendida por calidad de un paisaje *"el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve"*.

La calidad visual del paisaje se ha evaluado a partir de la definición previa de las unidades de paisaje que forman parte del proyecto, considerando ésta como porciones de la superficie de la vegetación y uso de

suelo relativamente homogéneas en sus condiciones ambientales o en sus componentes paisajísticos (De Pablo, 1993). Para establecer las unidades de paisaje (cuencas visuales o unidades visuales), se hizo a partir de la elaboración de un mapa de cuencas hidrográficas sobre los mapas topográfico y vegetación y uso de suelo a escala 1:250 000 y la posterior subdivisión de las mismas (Figura 8.1.4-2 y Tabla 8.1.4-1).

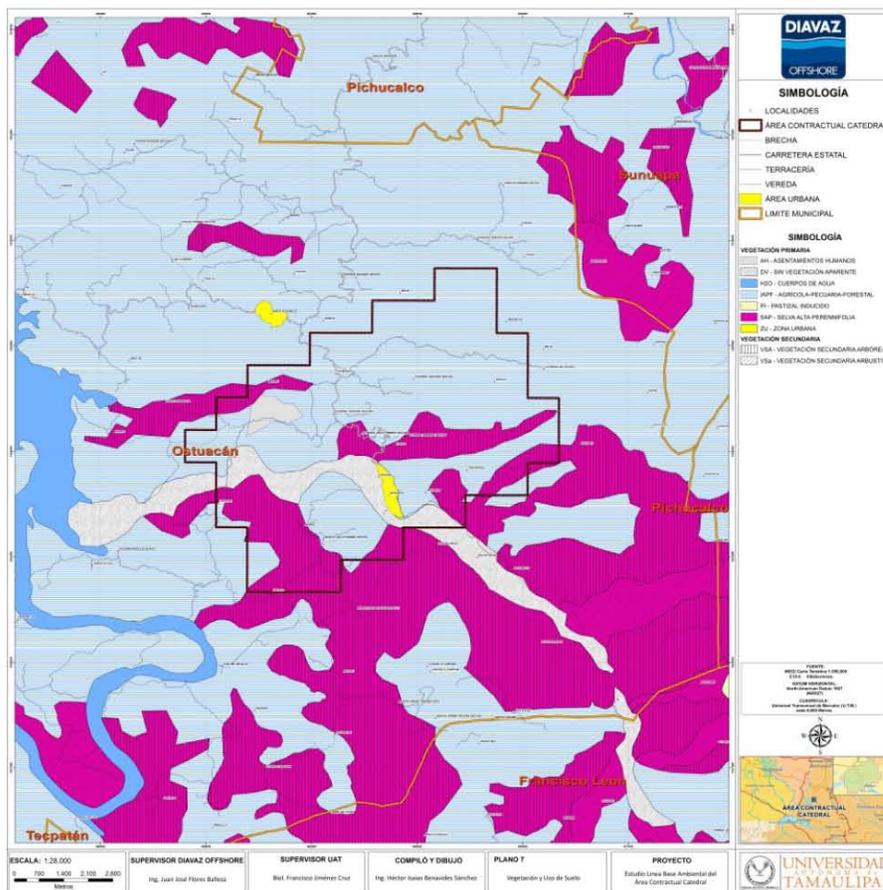


Figura 8.1.4-2.- Unidades de Paisaje del Área Contractual Catedral.

Tabla 8.1.4-1.-Unidades de Paisaje por cuenca y subcuenca presentes en el proyecto Área Contractual Catedral (INEGI, Serie V).

Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Tipo de vegetación	Superficie (Ha)	%	Curvas de nivel (Min. – Máx.)	
RH30 Grijalva- Usumacinta	D R. Grijalva- Villahermosa	c R. Mezcalapa	AH - Asentamientos Humanos	29.64	0.51%	290	340
			DV - Sin Vegetación Aparente	1.81	0.03%	100	100
			IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	1370.05	23.65%	100	630
			SAP/VSA - Selva Alta Perennifolia Con Vegetación Secundaria Arbórea	176.58	3.05%	130	460
		e R. Zayula	AH - Asentamientos Humanos	69.40	1.20%	250	340
			DV - Sin Vegetación Aparente	446.11	7.70%	100	240
			IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	1759.68	30.38%	100	630
			SAP/VSA - Selva Alta Perennifolia Con Vegetación Secundaria Arbórea	1236.26	21.34%	100	600
			ZU - Zona Urbana	21.32	0.37%	130	140
		f R. Platanar	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	682.26	11.78%	240	570
					5793.10	100.00%	

Para evaluar la calidad visual se consideraron las siguientes variables: *Fisiografía, vegetación, presencia de cuerpos de agua y grado de humanización*. Las dos primeras, por su carácter extensivo, ocupando todo el territorio, nos permiten establecer un valor de calidad, que añaden (en el caso de la presencia de láminas de agua) o restan (según el grado de humanización) calidad al paisaje.

Para cada una de las subcuencas, se obtuvo la superficie y sus porcentajes por tipo de vegetación y uso del suelo (Tabla 1), con el fin de obtener la originalidad de la vegetación por cada subcuenca en el Área Contractual Catedral.

De acuerdo a la Tabla 1 se observa que la originalidad de la vegetación es baja, ocupando el primer plano el aspecto Agrícola-Pecuaria-Forestal, con una superficie de 3811,99 Ha (65,78%) del total del área, extendiéndose principalmente en la subcuencas RH30 D-e (30,38%) y en su totalidad en la subcuenca

RH30 D-f (11,78%), aunado a esto, la zona urbanizada o asentamientos humanos (2,08%) localizada en las subcuencas RH30 D-c (0.51%) y RH30 D-e (1,57%) y sin vegetación aparente en la subcuenca RH30 D-c (0,03%) y RH30 D-e (7,70%)

Enfocándose, a los elementos que prestan originalidad al sistema, se tiene que la selva alta perennifolia aun con registro de disturbio y en sus fases recuperación presenta el 24,39% del área total, mostrándose en las subcuencas RH30 D-c (3,05%) y RH30 D-e (21,34%).

La subcuenca con menor grado de diversidad de formaciones es RH30 D-f, presentándose solamente IAPF Agrícola-Pecuario-Forestal. La subcuenca que presenta mayor naturalidad es la RH30 D-e ocupando el 21,34% (1236,26 Ha).

8.1.4.4 Miradores

Para este caso, se consideró analizar el proyecto, para puntualizar sitios en el que el observador pueda percibir su entorno (Figura 3). De acuerdo a la figura antes mencionada, las subcuencas con miradores que tienen mayor campo visual por el observador son RH30 D-e, debido a que cubre mayor superficie, presenta más redes viales y más zonas conurbadas y por ende su topografía en comparación con las otras subcuencas es la menos accidentada.

Tabla 8.1.4-2. Puntos de observación o miradores

Punto	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	463890	1925646
2	463731	1926611
3	462811	1928128
4	461129	1926841
5	462741	1926859

En cuanto a la percepción del observador ante los diferentes elementos (tipos de vegetación), las subcuencas con menor calidad visual para el observador es la RH30 D-e (Tabla 8.1.4-1), debido a que presentan más del 39% de superficie agropecuaria y zona urbana, (Figura 8.1.4-3). Por otra parte, las subcuencas con mayor apreciación por el observador es la RH30 D-e, presenciando mayor superficie de vegetación original (24,39%) (Selva alta perennifolia), Figura 8.1.4-3

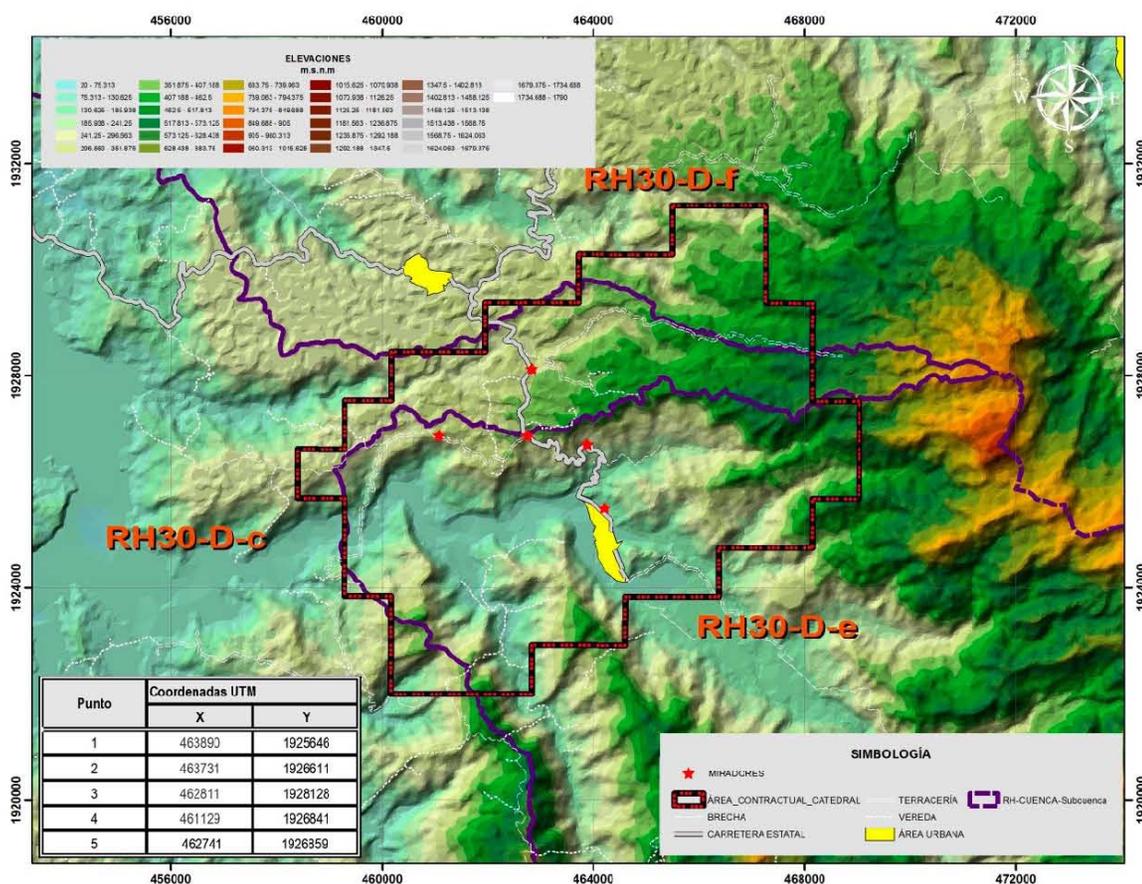


Figura 8.1.4-3.- Miradores de las Subcuencas

8.1.4.5 Fragilidad o Vulnerabilidad Visual del Paisaje

La fragilidad visual se define como la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, representa el grado de deterioro que el paisaje sufriría ante la incidencia de determinadas modificaciones. La calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad dependiendo de la actividad que se desarrolle. En el caso del proyecto **Área Contractual Catedral**, los factores que se usan en la presente valoración de la fragilidad del paisaje son: *vegetación y uso del suelo, Topografía, cuenca visual (miradores), distancia a la red vial y núcleos de población.*

Vegetación y uso de suelo. La fragilidad de la vegetación es definida como la incapacidad de ésta, para ocultar la actividad que se realice en el territorio. Por ello, las formaciones vegetales de mayor altura, mayor complejidad de estratos y mayor grado de cubierta, se consideran de menor fragilidad.

En función de estos criterios se ha realizado, una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo en 10 tipos como se muestra en la Tabla 8.1.4-2.

Tabla 8.1.4-2.- Fragilidad por tipo de vegetación y uso de suelo de acuerdo a la subcuenca.

Fragilidad	Tipo de vegetación	Subcuenca Hidrológica	Superficie (Ha)	Porcentaje	Altitud	
					Min	Max
	AH - Asentamientos Humanos	RH30Dc	29.64	0.51%	290	340
		RH30De	69.40	1.20%	250	340
Alta	DV - Sin Vegetación Aparente	RH30Dc	1.81	0.03%	100	100
		RH30De	446.11	7.70%	100	240
Alta	IAPF - Agrícola-Pecuaria-Forestal	RH30Dc	1370.05	23.65%	100	630
		RH30De	1759.68	30.38%	100	630
		RH30Df	682.26	11.78%	240	570
Baja	SAP/VSA - Selva Alta Perennifolia Con Vegetación Secundaria Arbórea	RH30Dc	176.58	3.05%	130	460
		RH30De	1236.26	21.34%	100	600
	ZU - Zona Urbana	RH30De	21.32	0.37%	130	140
			5793.10	100.00		

De acuerdo a la información de la tabla anterior, la vegetación de selva alta perennifolia es la que presenta mayor altura, mayor número de estratos vegetales y mayor cobertura, ya que al realizarse algún cambio en el uso del suelo, ésta tiene la capacidad de ocultar cambios en el sistema. Por otra parte, las áreas con y Agrícola-pecuario-forestal y sin vegetación aparente, son de alta fragilidad debido a que no tienen la capacidad de cubrir o disimular algún cambio en el sistema, siendo estas zonas abiertas que atraen la mayor atención hacia al observador, cubriendo una superficie de 4259,91 Ha (72,54%) del área total.

Fisiografía. Contemplada como la posición topográfica ocupada dentro de la unidad de paisaje. Se han clasificado los tipos geomorfológicos descritos en el área de estudio con un criterio basado en la altitud. Se consideran de mayor fragilidad las serranías y de menor las planicies.

La Tabla 8.1.4-2 muestra los rangos de elevaciones en donde se presentan los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo, aun y presentándose rangos de elevación variados, la fragilidad es alta, debido

a las grandes extensiones de áreas agropecuarias que conforman cada una de las subcuencas tanto en planicies, lomeríos y serranías, en las cuales se percibe cualquier cambio que se realice para cualquier tipo de obra, sea temporal o permanente.

Cuenca visual o miradores. Se considera que a mayor extensión de la cuenca visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una unidad extensa podrá ser observada desde mayor número de puntos. Se definieron ocho cuencas visuales en función de donde hay mayor densidad poblacional, mayor tránsito vehicular y mayor percepción por el observador lo que indica mayor fragilidad. En la Tabla 8.1.4-3 se presentan las coordenadas de las cuencas visuales. (Ver Figura 8.1.4-3).

Tabla 4.1.4-3.- Coordenadas de las cuencas visuales o miradores.

Punto	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	463890	1925646
2	463731	1926611
3	462811	1928128
4	461129	1926841
5	462741	1926859

Distancia a red vial y núcleos habitados:

Este factor se ha considerado para incluir la influencia de la distribución de los observadores potenciales en el territorio. Evidentemente el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evitar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función a la red viaria y núcleos urbanos. Los valores se han clasificado de acuerdo a la Tabla 8.1.4-4.

8.1.4.6 Visibilidad

La mayor parte de los estudios encaminados al análisis visual del paisaje conceden gran importancia a la determinación de las áreas de visibilidad desde los distintos puntos de observación (Lovejoy, 1973). En este caso, se entiende por visibilidad aquellas zonas visibles desde los denominados “miradores” humanos (núcleos urbanos, carreteras, otras áreas frecuentadas por el hombre). Para este estudio, fundamentalmente de carácter metodológico, se han utilizado como puntos de observación y con una finalidad operativa los núcleos urbanos mayores de 100 habitantes. Se realizó el análisis de las cuencas visuales (o miradores) para cada núcleo urbano. Se tomo como radio de acción máxima una distancia de 5 Km., entendiendo que a partir de esa distancia “los elementos visuales básicos se modifican, volviéndose los colores más pálidos y menos brillantes, debilitándose la intensidad de las líneas y perdiendo contraste la textura”. (Aramburu, *et al.*, 1994). Para cada cuenca visual, se superpuso las distancias al núcleo urbano de referencia, obteniendo una graduación de las zonas visibles en función de la distancia. En función de las peculiaridades del proyecto pueden fijarse tres rangos de distancias o alcance visual: corta, media y larga como se observa en la Tabla 4.1.4-4

Tabla 4.1.4-4.- Tabla de los valores de distancias visuales.

Clasificación	Rango de distancia en km	Valor	Descripción
Corta	0 – 1,0	1	Donde el observador tiene una participación directa y percibe todos los detalles inmediatos.
Media	1,0 – 3,0	2	Donde las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores.
Larga	3,0 – 5,0	3	Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles.

En el registro fotográfico se presentan las imágenes panorámicas obtenidas en campo para la evaluación de los elementos de observación, localización y visibilidad, puntos referentes al Área Contractual Catedral.

8.1.4.7 Conclusión

La *calidad visual del paisaje* en el Área Contractual Catedral es baja debido a que presenta un alto grado de modificación, que corresponde a paisajes que están transformados y solo muestran algunos de los componentes ambientales originales. En estos, las relaciones funcionales se han modificado y/o adaptado

para lograr un fin determinado, en este caso el desarrollo agropecuario. Por lo tanto, los cambios que se presentarán en el área de estudio no repercuten en el ambiente.

En cuanto a la *fragilidad visual del paisaje* es considerada alta ya que el sistema no tiene la capacidad de disimular cualquier cambio que se generen en el entorno.

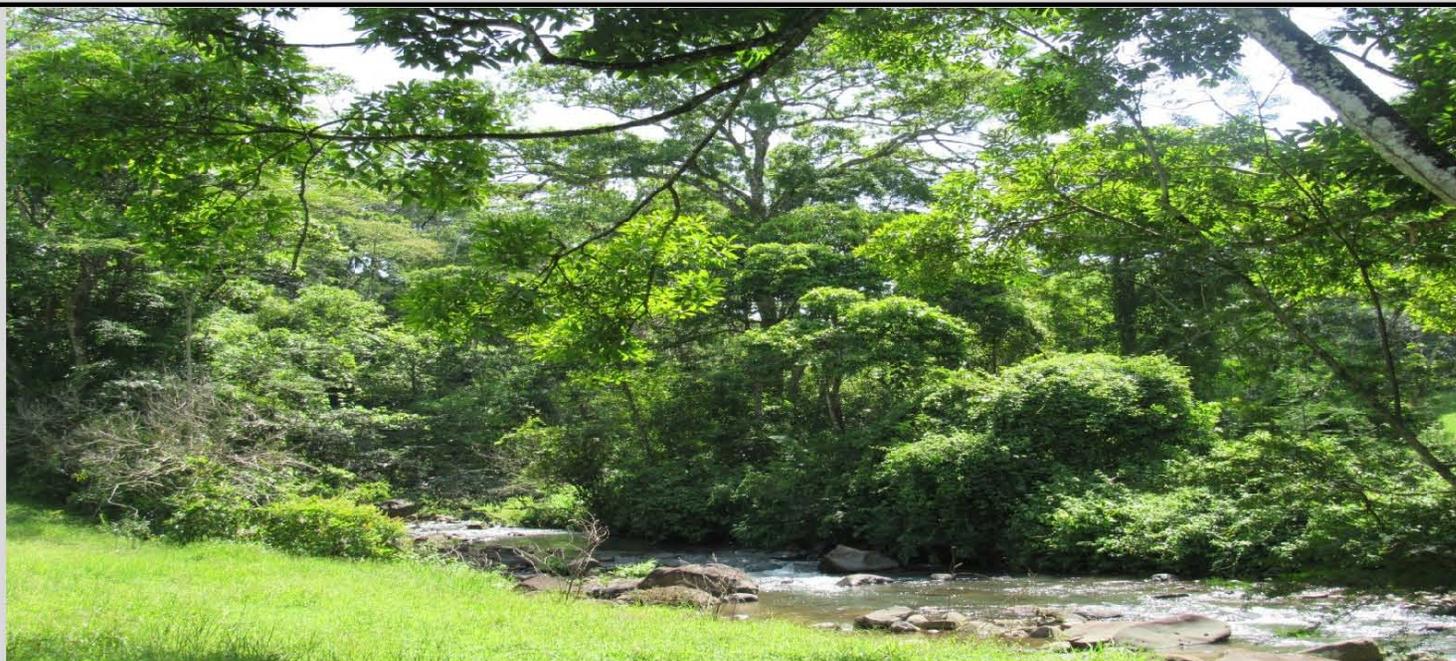
REGISTRÓ FOTOGRAFICO DE PAISAJE

RH30 Dc



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
1	X: 461 705 Y:1 928 208	Lomerío suave con presencia de vegetación riparia y espacios pecuarios	Corta

RH30 Dc



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
2	X: 461 778 Y: 1 928 227	Río, vegetación Riparia	Corta

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
3	X: 459 570 Y: 1 924 871	Sierra y Río, vegetación de selva alta perennifolia	Corta



RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
4	X: 464 354 Y: 1 92 3027	Sierra, Lomeríos y espejos de agua, vegetación de selva alta perennifolia con espacios agropecuarios	Larga



RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
5	X: 464 491 Y: 1 923 031	Sierra, Lomeríos y área agropecuaria	Mediana- Larga

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
6	X: 466 296 Y: 1 924 708	Lomeríos, vegetación de selva alta perennifolia con espacios pecuarios	Corta

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
7	X: 459 910 Y: 1 926 704	Area agricola y pecuaria	Corta



RH30 De



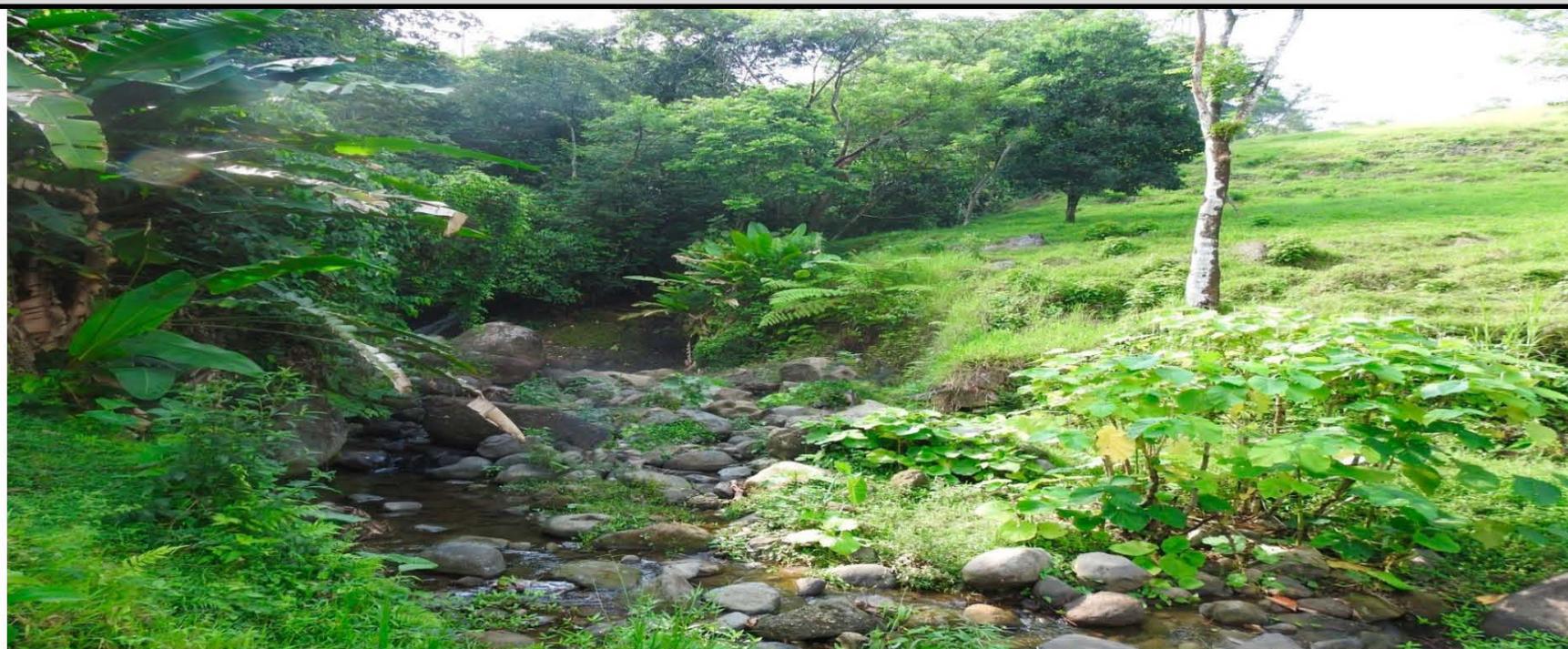
Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
8	X: 468 932 Y: 1 927 283	Lomeríos, Sierras, área pecuaria, partes bajas de los lomeríos vegetación original	Corta

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
9	X: 468 943 Y: 1 927 256	Lomeríos, vegetación ripiara y zona agropecuaria	Corta

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
11	X: 459 650 Y: 1 924 618	Vegetación Riparia con elementos de selva alta perennifolia, área pecuaria	Corta

RH30 De



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
12	X 460 803- Y: 1 927 278	Zona urbana y presencia de sierras	Corta- Larga

RH30 Df



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
13	X: 466 387 Y:1 929 113	Lomeríos y área agrícola-pecuaria con fragmentos de selva alta perennifolia	Corta

RH30 Df



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
14	X: 466 387 Y: 1 929 113	Lomeríos, con espacios agrícolas y selva alta perennifolia	Corta



RH30 Df



Punto de control	Localización Coordenadas UTM 15Q	Elemento	Visibilidad
15	X: 466 396 Y: 1 929 123	Lomeríos con espacios agrícolas- pecuario y selva alta perennifolia	Corta

Patrimonio Arqueológico

El patrimonio cultural en su más amplio sentido es a la vez un producto y un proceso que suministra a las sociedades un caudal de recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio. Es importante reconocer que abarca el patrimonio tangible e intangible.

Patrimonio tangible: es la expresión de las culturas a través de grandes realizaciones materiales. Este a su vez puede clasificarse en mueble e inmueble.

Mueble: Son los objetos arqueológicos, históricos, artísticos, etnográficos, tecnológicos, religiosos y aquellos de origen artesanal o folklórico que constituyen colecciones importantes para las ciencias, la historia del arte y la conservación de la diversidad cultural del país. Entre ellos, pueden ser: obras de arte, libros manuscritos, documentos, artefactos históricos, grabaciones, fotografías, películas, documentos audiovisuales, entre otros.

Inmueble: Son los lugares, sitios, edificaciones, obras de ingeniería, centros industriales, conjuntos arquitectónicos, zonas típicas y monumentos de interés o valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados como tales. Son obras o producciones humanas que no pueden ser trasladadas de un lugar a otro, ya sea porque son estructuras, o porque están en inseparable relación con el terreno.

Patrimonio intangible: es el conjunto de rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan una sociedad o grupo social, engloba los modos de vida, los derechos fundamentales del ser humano, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias. Está constituido, entre otros elementos, por la poesía, los ritos, los modos de vida, la medicina tradicional, la religiosidad popular, las diferentes lenguas, música, entre otros.

De acuerdo con la UNESCO son patrimonio cultural:

1. Sitios de patrimonio cultural.
2. Ciudades históricas.
3. Sitios sagrados naturales (sitios naturales con valor religioso para algunas culturas).
4. Paisajes culturales.
5. Patrimonio cultural subacuático.
6. Museos.
7. Patrimonio cultural móvil (pinturas, esculturas, grabados, entre otros).
8. Artesanías.
9. Patrimonio documental y digital.
10. Patrimonio cinematográfico.
11. Tradiciones orales.
12. Idiomas.
13. Eventos festivos.
14. Ritos y creencias.
15. Música y canciones.
16. Artes escénicas (danzas, representaciones).
17. Medicina tradicional.
18. Literatura.
19. Tradiciones culinarias.
20. Deportes y juegos tradicionales.

Ostuacán significa “cueva del tigre”; aunque el significado del vocablo es “lugar de los que tienen cuevas”; viene del náhuatl ostotl, cueva; hua, partícula posesiva y kan, lugar. En la época prehispánica formó parte de la nación Zoque.

A la llegada de los españoles, los Zoques estaban organizados bajo cuatro cacicazgos cuyo centro de civilización se localizaba en Tecpatán, municipio que colinda con Ostuacán y que después de la conquista en

1527 por Diego de Mazariegos es evangelizado por los frailes de la orden de Santo Domingo que se establecieron en la comarca de Tecpatán. Sin embargo, la población de Ostuacán estaba al cuidado de la capilla de la Magdalena.

La cabecera municipal de Ostuacán está ubicada dentro del polígono del Área Contractual Catedral, así aunque no existen recursos culturales registrados por el INAH, a la inspección superficial se observan construcciones que por su antigüedad pudieran constituir un patrimonio cultural. También hay recursos intangibles como la lengua, costumbres y fiestas, que son patrimonio cultural de la zona (Fotografía 8.1.5-1).



Fotografía 8.1.5-1.- Entrada a la cabecera municipal de Ostuacán y kiosco del pueblo.

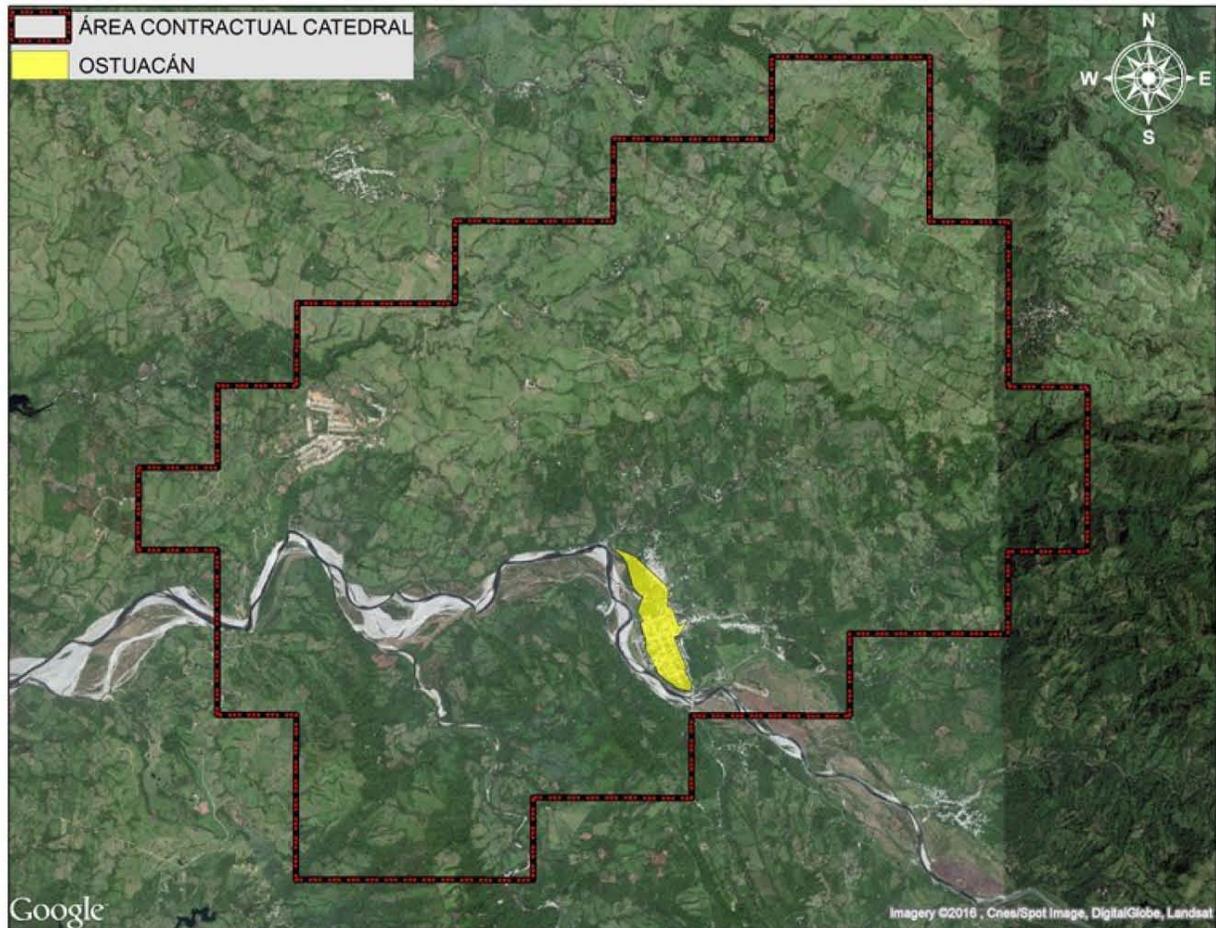


Figura 8.1.5-1.- Ubicación de Ostuacán dentro del polígono del Área Contractual Catedral.

8.2 Análisis e interpretación de resultados

La evaluación de los resultados se considerará como el diagnóstico ambiental, el cual tiene como objetivo conocer el estado actual que guarda (la calidad del ambiente) en el área contractual Catedral, es decir; cómo ha afectado las actividades humanas incluidas las petroleras que actualmente operan en dicha área de proyecto.

Dichas tendencias de cambio del sistema se determinaron a través de los indicadores ambientales, los cuales derivaron de la información arrojada por cada componente ambiental; los resultados se encuentran descritos en los apartados específicos de cada tema.

8.2.1 Caracterización del Contexto Regional

Como se mencionó en la guía de línea base ambiental, el contexto regional se acotó únicamente a la información bibliográfica disponible que sustente la caracterización ambiental general donde se ubica el área contractual Catedral. Para ello se recurrió a la información disponible de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional del proyecto “**Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus**” y del **Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas**, aplicando solo las Unidades de Gestión Ambiental UGAS en que se involucra el área contractual. Cabe señalar, que legalmente los ordenamientos ecológicos del territorio ya no inciden sobre el desarrollo de proyectos del sector hidrocarburos, por eso solo se hace referencia para utilizar la información de caracterización ambiental ahí detallada.

De este análisis se obtuvo que la poligonal del Área Contractual Catedral se ubica en la Región Hidrológica número 30 (RH30), Grijalva-Usumacinta, en la cuenca Grijalva-Villahermosa (D), subcuencas Río Platanar (f), Río Mezcalapa (c) y Río Sayula (e), ver **Tabla 8.2-1** y **Figura 8.2-1** y **8.2-2**. Se presenta la poligonal del Proyecto Cactus y cuencas hidrológicas.

La acotación o delimitación de un área de contexto regional donde está insertada el área contractual Catedral, a través de las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas, aplicando solo las Unidades de Gestión Ambiental UGAS y de la caracterización del sistema ambiental descrita en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional del Proyecto Cactus, donde ambos están íntimamente ligados ya que comparten información general a nivel regional. En ese sentido, se partirá de este contexto regional, para la caracterización local o puntual del área contractual Catedral.

Tabla 8.2-1.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Cactus y Catedral.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (ha)	(%)	Superficie total (ha)
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R. Grijalva-Villahermosa	(w) Rio Carrizal	17,979.98	4.01	448,105.78
		(k) Rio Almendro	3,800.96	0.85	
		(l) Rio de la Sierra	80,859.86	18.04	
		(h) Rio Pichucalco	113,253.49	25.27	
		(g) Rio Paredón	38,539.65	8.60	
		(c) Rio Mezcalapa	73,730.85	16.45	
	(b) Rio Viejo Mezcalapa	64,715.52	14.44		
	(C) Laguna de Términos	(f) Rio Platanar	44,222.19	9.87	
	(A) Rio Usumacinta	(e) Rio Zayula	11,003.28	2.46	

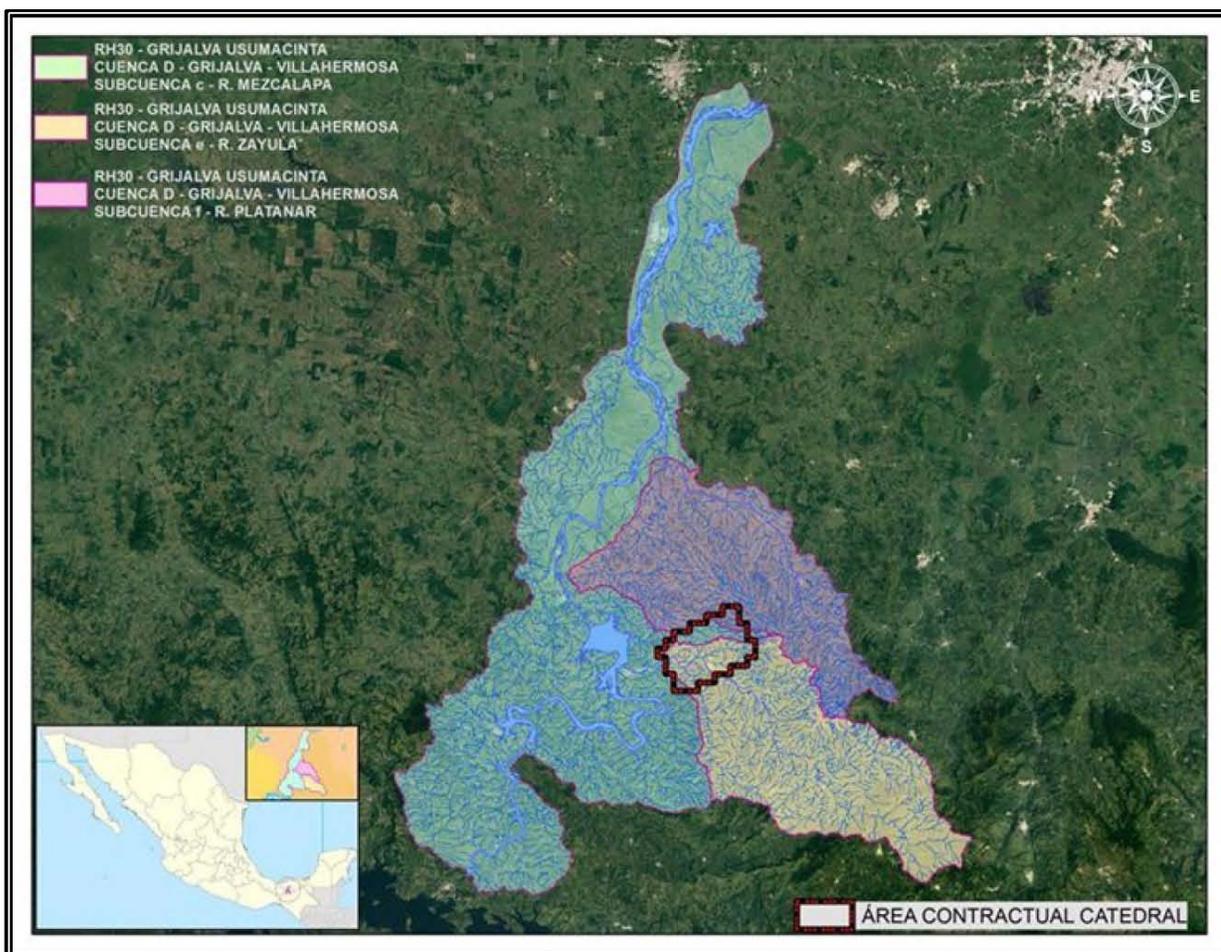


Figura 8.2-1.- Subcuena hidrológica en el Área Contractual Barcodón.

Tabla 8.2-2.- Ciclo del manejo integral de cuenca para el proyecto.

Etapas del Manejo Integral de Cuencas		
Cuenca / proyecto	Etapas	Pasos a seguir
Región hidrológica	Caracterización	Metas y objetivos: Delimitación del límite económico del proyecto en la Cuenca.
		Caracterización ambiental: Realización de trabajos de campo y gabinete de los componentes ambientales suelo, vegetación, clima, aire, biodiversidad, hidrología, geología y socioeconómico.
		Factibilidad: En función de los indicadores ambientales
	Soluciones	Estrategias y alternativas: Análisis de los Programas de saneamiento propuestos, conforme a los resultados obtenidos en el diagnóstico y su aplicación conforme a la zonificación del decreto del parque urbano.
		Propuestas de medidas de prevención y mitigación: Diseño de medidas por componente ambiental y etapa de desarrollo, que deriven de los programas que resulten de las estrategias y alternativas
	Resultados	Aplicación de los programas: Resultados de éxito
Programa de monitoreo: Seguimiento de cumplimiento y/o ajustes de programas.		

Posteriormente se elaboró un listado de factores y atributos ambientales (Tabla 8.2-3), a partir de la información que se generó en la caracterización correspondiente al área de estudio y de la elaboración de mapas de identificación de componentes ambientales, también se realizaron consultas bibliográficas, este listado, fue analizado por el grupo de trabajo a fin de contar con un listado completo, sin ser excesivo.

Tabla 8.2-3.- Listado de componentes e indicadores ambientales en el área contractual Catedral.

Subsistema	Factor	Indicadores
Sistema ambiental área contractual Catedral (Natural) Biótico y Abiótico	Atmósfera (aire)	Calidad del aire (NO _x)
		Partículas suspendidas
		Nivel de ruido
	Geología y geomorfología	Relieve
		Geoformas
		Recursos pétreos
	Suelo	Uso del suelo
		Grado de erosión
		Propiedades químicas
		Propiedades físicas
	Hidrología superficial	Calidad del agua
		Patrón de drenaje
		Disponibilidad del agua
		Coefficiente de escurrimiento
	Hidrología subterránea	Calidad del agua
	Vegetación	Cobertura
		Abundancia
		Riqueza de especies
		Especies de lento crecimiento
		Especies bajo protección
Fauna	Riqueza de especies	
	Abundancia y desplazamiento	
	Especies bajo protección	
Paisaje	Calidad visual	

La definición del estado que guardan los factores analizados se efectuó a través de indicadores seleccionados de entre los atributos, estos indicadores se evaluaron mediante juicio de expertos (grupo técnico de evaluación), estimaciones, mediciones en campo y de información documental disponible.

Se obtuvo como resultado un listado de factores y atributos ambientales con la clasificación de indicadores que describen para el área contractual Catedral. La Tabla 8.2-4, muestra los factores que comprenden el sistema y los indicadores seleccionados a través de los cuales será evaluado su estado.

Tabla 8.2-4.- Componentes ambientales que integran el área contractual Catedral.

Componente	Indicador
Aire	Calidad del aire
Suelo	Pérdida de suelo
	Uso actual de suelo
Agua	Calidad del agua
Vegetación	Naturalidad
	Riqueza de especies
	Especies protegidas
Fauna	Naturalidad
	Riqueza de especies
	Especies protegidas
Paisaje	Calidad visual

Definición conceptual de los indicadores:

Los indicadores ambientales para ser aplicables, deben de contar una serie de consideraciones que permitan conocer *a priori* el estado actual de un sistema ambiental, así como conocer las características principales de un proyecto y la interacción que se da entre ambos aspectos. Una manera sencilla de comprender estas interacciones, es a través del modelo conceptual denominado PER “Presión – Estado – Respuesta”, propuesto por la OCDE en 1996, este esquema está basado en la relación *causa – efecto*, es decir, las relaciones de acción y respuesta entre el proyecto y el medio ambiente, de este modo se desarrollaron los indicadores ambientales de presión, estado y respuesta.

Los indicadores ambientales deben ser estadísticas o parámetros que proporcionen información y/o tendencias de cambio sobre las condiciones ambientales y su significado debe ir más allá de la estadística misma, pretendiendo proveer información que permita tener una medida de la efectividad de las medidas aplicadas para un proyecto. Estos indicadores se presentan usualmente en forma de tablas, gráficas complementados con textos, cartas temáticas, entre otros. Los indicadores ambientales tienen como valor

principal proporcionar a los tomadores de decisiones y al público en general una herramienta mediante la cual se presente información concisa y sustentada científicamente, de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente (SEMARNAP, 1997).

En la Tabla 8.2-5 se presentan las características principales del modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), del cual será una de las herramientas metodológicas que sustentan la búsqueda del conjunto de indicadores reflejen la tendencia de cambio de un sistema ambiental por las actividades del proyecto y que análogamente coincide con los criterios de evaluación del impacto ambiental (EIA), donde su tendencia va más hacia las cuestiones técnicas-científicas y el modelo PER hacia la evaluación del desempeño ambiental que resultan del primero.

Tabla 8.2-5.- Se presentan las características del modelo “PER” Estado – Presión - Respuesta.

Modelo de presión estado respuesta		
Esquema	Concepto	Indicadores
Presión	Impactos ambientales generados por las actividades productivas.	Existe dos tipos de indicadores de presión: a) Presiones directas sobre el ambiente (impactos ambientales a cualquier componente ambiental).(mitigación) b) El tipo de actividad productiva, como se hace y de que etapas consta, de éste deriva el pronóstico y las acciones a implementar. (prevención)
Estado	Situación actual y tendencias de cambio de los sistemas ambientales.	Calidad Ambiental, cantidad y estado de los recursos naturales (concentraciones, superficies, etc.), de estos indicadores surgen las políticas de protección ambiental (medidas de prevención y mitigación).
Respuesta	Acciones realizadas o que se pretenden llevar a cabo para la atención de la problemática ambiental.	Resultados de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación sobre los agentes de presión, a través de un programa de monitoreo, (conjunto de indicadores que permitan hacer un análisis global).

Metodología fue desarrollada en función de una series de temas o problemas ambientales generados por las actividades productivas como el ejemplo que se muestra en la Tabla 8.2-6, a los cuales se les buscó los indicadores ambientales adecuados, en función de un conjunto de indicadores “ideales” o generales y a partir de estos hacer un modelo de la dinámica de cada problema o tema. Cabe señalar, que los temas e indicadores derivaron de la propuesta que hizo la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE), del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), así como de las áreas técnicas del Instituto Nacional de Ecología (INE).

Tabla 8.2-6.- Temas seleccionados con sus indicadores ambientales a medir.

Temas	Indicadores de desempeño ambiental	
Aire	Estado	Calidad del aire
	Presión	Emisiones a la atmósfera
	Respuesta	Grado de cumplimiento de los instrumentos normativos, monitoreo, normas voluntarias.
Residuos peligrosos	Estado	Estimación y manejo de residuos peligrosos
	Presión	Generación de residuos peligrosos
	Respuesta	Monitoreo de la Infraestructura y manejo
Residuos sólidos municipales	Estado	Residuos generados vs residuos manejados adecuadamente.
	Presión	Generación de residuos sólidos municipales a nivel regional y nacional
	Respuesta	Capacidad instalada para el manejo, tratamiento y reciclado de residuos.
Vida silvestre	Estado	Cobertura por tipo de vegetación (superficie), uso del suelo, riqueza biológica.
	Presión	Cambios en el uso del suelo, fragmentación del el hábitat, las prácticas ilegales o no reguladas, así como la introducción de especies exóticas.
	Respuesta	Programas de monitoreo para comprobar la aplicación de los instrumentos normativos, programas de restauración, conservación etc.
Cambio climático	Estado	Variación de la temperatura global y Concentraciones de gases invernadero a nivel global.
	Presión	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Respuesta	Estudios sobre la vulnerabilidad de México ante el cambio climático global que se reflejan en la desertificación y sequía de los ecosistemas.

El valor de un indicador está basado y limitado por la calidad de los datos que lo sustentan, por tal motivo fue necesario establecer criterios para asegurar que la información base tenga la confiabilidad requerida. Los criterios para la selección de indicadores varían de acuerdo a la institución o propósitos. La OCDE, en particular, establece los lineamientos presentados en la Tabla 8.2-7 (Bakkes, J.A., 1994 en SEMARNAP, 1997).

Tabla 8.2-7.- Criterios que se deberán considerar en la selección de indicadores.

Criterios para la selección de indicadores	
Un indicador debe:	Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas.
	Ser sencillo y fácil de interpretar y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo.
	Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas.
	Proporcionar una base para las comparaciones internacionales.
	Aplicable a escala Nacional o Regional, según sea el caso.
	Debe existir un valor con el cual puede ser comparado.
Criterios técnicos:	Debe estar teórica y científicamente bien fundamentado.



Criterios para la selección de indicadores	
Los datos necesarios para evaluar los indicadores se caracterizan por:	Debe basarse en consensos internacionales.
	Debe ser capaz de relacionarse con modelo económico, de pronóstico.
	Deben estar disponible con una "razonable" relación costo/beneficio.
	Deben estar bien documentados y se debe conocer su calidad.
	Deben ser actualizados a intervalos regulares.

El listado de criterios antes señalados no es limitativo, es decir; se pueden enriquecer agregando o eliminando sin que los resultados se vuelvan sesgados a lo que se quiere medir, es decir; sin perder el objetivo de lo que se quiere medir o hacer relevante en el proyecto.

Con base en este marco teórico se sustenta técnicamente la utilización de un indicador ambiental el cual engloba un conjunto de resultados técnicos y científicos, que se traduce en los indicadores ambientales. Desde este punto de vista, es importante mencionar que la información técnica científica está plasmada en el capítulo del presente documento, referente a los componentes ambientales que conforman el sistema de la región donde se pretende llevar a cabo el proyecto, siendo el aire, el suelo, la hidrología, la biodiversidad, el social y el paisaje. Los resultados de la interacción de dichos componentes, se denominaron como el estado base (Tabla 8.2-4), estos resultados se consideraron como criterios ecológicos que sustentan en gran parte la toma de decisiones.

La definición del estado que guardan los factores analizados se efectuó a través de indicadores seleccionados de entre los atributos, estos indicadores se evaluaron mediante juicio de expertos (grupo técnico de evaluación), estimaciones, mediciones en campo y de información documental disponible.

Se obtuvo como resultado un listado de factores y atributos ambientales con la clasificación de indicadores que describen el contexto local o del área contractual Catedral. En la Tabla 8.2-8, muestra los factores que comprenden el sistema y los indicadores seleccionados a través de los cuales se evaluó su estado.

Tabla 8.2-8.- Componentes ambientales que componen el sistema ambiental y sus indicadores de estado.

Área de evaluación	Componente	Indicador
Área Contractual Barcodón	Aire	Calidad del aire
	Suelo	Pérdida de suelo
		Uso actual del suelo
	Agua	Calidad del agua
	Vegetación	Naturalidad
		Riqueza de especies
		Especies protegidas
	Fauna	Naturalidad
		Riqueza de especies
		Especies introducidas
Especies protegidas		
Paisaje	Calidad visual	

En la Tabla 8.2-9 se describen los indicadores que se usaran en el diagnóstico por su relevancia en el contexto regional y local, que se considerará su calidad actual como el escenario base.

Tabla 8.2-9.- Indicadores ambientales considerados para el diagnóstico en el área contractual Catedral.

INDICADORES	DESCRIPCIÓN
Calidad del aire	Fuente fija de emisiones de NOx Verificar el los límites máximos permisibles de la NOM aplicable
Uso actual del suelo	La proporción de la superficie que está cubierta por la vegetación natural
Calidad del agua	Aguas superficiales de abrevaderos y de pozos o Norias
Naturalidad	Número de especies nativas y propias del sistema en relación con especies introducidas o secundarias
Riqueza de especies	Número de especies encontradas durante el muestreo de campo
Especies protegidas	Número de especies protegidas reportadas o localizadas, Verificar la NOM aplicable en este rubro.
Calidad visual	Grado de fragmentación del hábitat, determinado por la proporción de usos de suelo destinado a área urbana, agrícola, industria y vías de comunicación; en relación con el total de la superficie.



Una vez establecidos los indicadores se verificaron en campo la presencia y estatus de éstos.

Se identificaron aquellos factores y atributos relevantes o críticos para el funcionamiento del área contractual, conforme a los resultados de caracterización ambiental.

8.6 Estructura del contexto ambiental Regional y Local

Definir la estructura del contexto regional y local, es el resultado del análisis de los datos generados por la caracterización realizada para la zona, a partir de ello se describieron:

1. Comportamiento de los procesos de deterioro ambiental natural de la zona.
2. Estatus de conservación.

Posteriormente se realizó una valoración semicuantitativa del estado de los factores a través de indicadores seleccionados, los cuales fueron evaluados, por metodologías como: análisis de especialistas (grupo técnico de evaluación), estimación de índices, mediciones realizadas en campo y de información documental disponible.

Con base en los indicadores de estado seleccionados y presentados en la Tabla 8.2-9 y los resultados arrojados en la caracterización ambiental se tomaron como el escenario base previo a la realización de nuevas obras del sector hidrocarburos, en el área contractual Catedral, como se muestra en la Figura 8.2-2 y Tabla 8.2-10.

En las Figuras 8.2-2 y 8.2-3, se presenta una imagen del contexto regional, que involucra la unidad de gestión ambiental número 18 del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POETCH) del Estado de Chiapas y de los campos de desarrollo petroleros adyacentes al área contractual Catedral, siendo estos Chintul, Chirimoyo, Malva, Muspac y Nicapa, donde se puede observar el flujo de energía y las interacciones de los

componentes ambientales involucrados, con las actividades socioeconómicas más importantes identificadas tales como son la agrícola, ganadera e industrial del sector hidrocarburos.

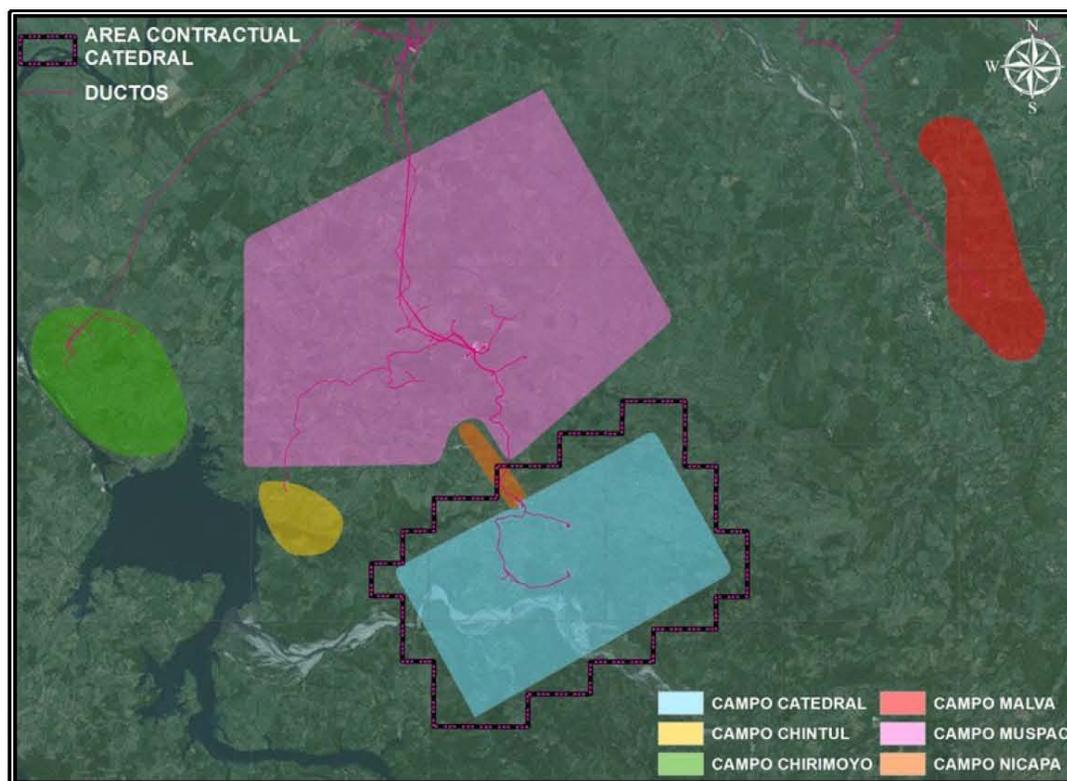


Figura 8.2-2.- Campos de desarrollo e infraestructura de producción cercanos al Área Contractual Catedral.

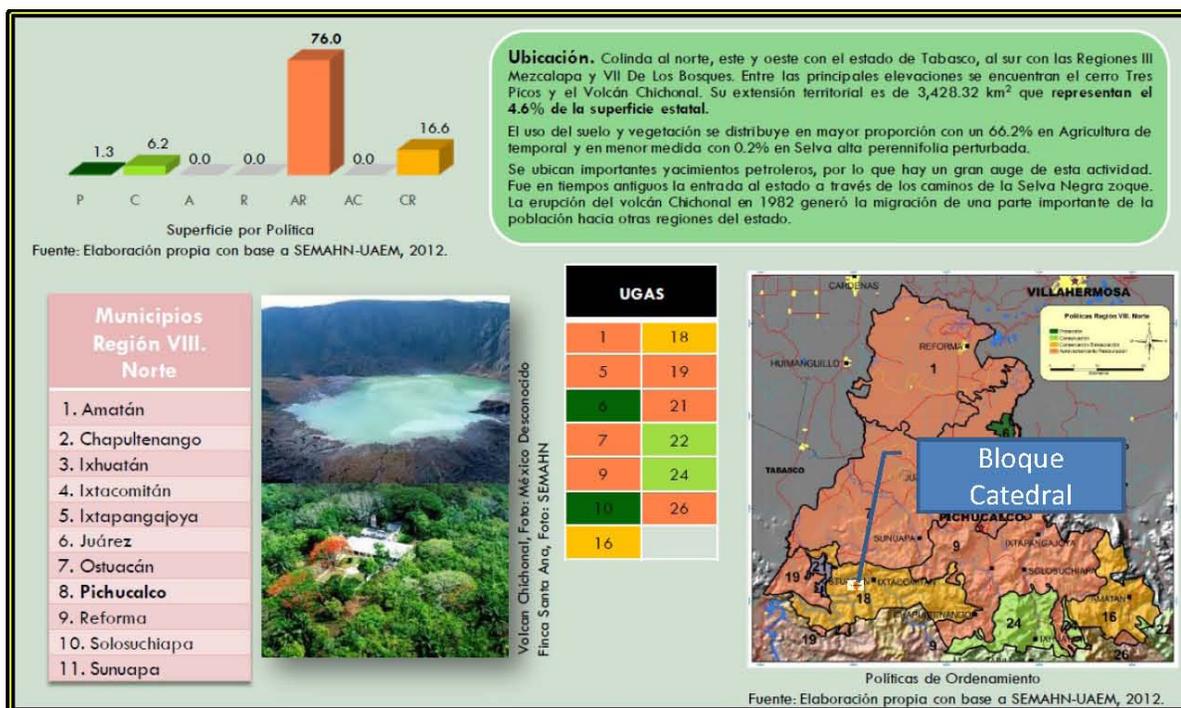


Figura 8.2-3.- Unidad de Gestión Ambiental 18 del (POETCH).



Tabla 8.2-10- Indicadores ambientales del estado base en área contractual Catedral.

Manejo Integral de Cuencas área contractual Catedral													
Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Contexto Regional	POET	Otros sectores productivos		Contexto local u área contractual	Estado base					
			km ²	UGAS	Petrolero	Agropecuaria	Uso del suelo km ²	Factores	Indicador	Valor	Índice de incidencia		
RH-30 Grijalva-Usumacinta	(D) R.Grijalva-Villahermosa C) Laguna de Términos (A) Río Usumacinta	Mezcalapa, Sayula, Platanar	Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus	UGA 18	Campos de desarrollo: Chintul, Chirimoyo, Malva, Muspac y Nicapa	Ganadería, agricultura y forestal	IAPF, SAP, DUV, ZU, AH	Atmósfera	Calidad del aire	41,438µm ³ NO _x 210,84µg/m ³ CO 2,03 µg/m ³ SO ₂ 22,4 µm ³ , PM10 Muy bueno	0.11 – 0.33 No relevante		
									Suelo	Pérdida de suelo	59,24 ton/ha/año moderado	0.11-0.33 No relevante	
										Uso actual del suelo	Agrícola pecuario, forestal y petrolero		
									Hidrología (superficial y subterránea)	Calidad del agua	DBO5 ≤ 3 mg/l (2,80 mg/l) Excelente (75 < SST ≤ 150 mg/l) Aceptable 150 < SST ≤ 400 mg/L (25 < SST ≤ 75) contaminada 210 NMP/100 ml a >2400 NMP/100 ml No Apta	0.06 - 0.33 No relevante	
										Vegetación	Naturalidad	95 %	0.11 – 0.28 No relevante
											Riqueza	92 especies	
											Especies protegidas	2 especies	
Fauna	Sensibilidad	Baja	0.11 - 0.50										
	Naturalidad	100 %											



Manejo Integral de Cuencas área contractual Catedral											
Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica	Subcuenca Hidrológica	Contexto Regional	POET	Otros sectores productivos		Contexto local u área contractual	Estado base			
			km ²	UGAS	Petrolero	Agropecuaria	Uso del suelo km ²	Factores	Indicador	Valor	Índice de incidencia
									Riqueza	86 especies	No relevante – Moderadamente relevante
									Especies protegidas	13 especies	
								Paisaje	Calidad visual	Baja	0.22 No relevante
								Instalaciones (pozos, líneas y batería)	Nivel de afectación	Alto	0.61 Moderadamente relevante
									Daños preexistentes	1.47 ha (0.025%)	
		Total			4,481.05 km ²		58.00				

8.3 REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de política ambiental que tiene como finalidad diseñar las estrategias jurídicas para la regulación de las actividades productivas privadas o públicas sobre los sistemas ambientales terrestres y marinos, las cuales quedaron establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El cumplimiento de dichas figuras jurídicas, requieren del soporte teórico práctico donde la evaluación del impacto ambiental tiene como objetivo; identificar, evaluar y proponer medidas de prevención y/o regulación de los cambios que pueda sufrir un sistema ambiental particular en su estructura, composición y función (agua, suelo, biodiversidad, aire, social, entre los más importantes), por causas de tipo natural o antrópico (Primack *et al.*, 2001).

En la literatura especializada en evaluación del impacto ambiental Ramachandra, *et al.*, (2006); Gamendia, (2005); Espinoza (2007); Gómez Orea, (2003); Canter, (1999); Bojorquez, (1998); Conesa, (2010); Rau, (1980), entre otros, han proporcionado gran cantidad de información con respecto a métodos de identificación y evaluación del impacto ambiental de manera general o particular y ser aplicada en una actividad específica, no obstante ésta no es suficiente para decidir cual se ajusta más a las características de un país como México si tomamos en consideración sus valiosos atributos ambientales.

Es importante mencionar en este apartado, que la evaluación de daños ambientales es el resultado del desarrollo de obras antrópicas, que no fueron reguladas bajo un criterio técnico legal, por lo tanto; los efectos a los componentes ambientales se observará en el deterioro de su calidad la cual depende significativamente de la temporalidad de las obras. En el caso particular de las obras petroleras, la gran mayoría se realizaron bajo el cumplimiento de términos y condicionantes emitidos en la resolución del proyecto Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus, por lo que se espera que no existan daños ambientales, en todo caso *impactos residuales* en el sistema ambiental del Área Contractual Catedral.

Por otro lado, es de vital importancia señalar, la existencia de otras actividades primarias que están interaccionando en el área contractual, tal como la ganadería extensiva, la cual ha modificado significativa los ecosistemas observándose como un daño ambiental no atribuible al sector hidrocarburos.

Lo antes mencionado, se sustentó con los trabajos de campo realizados en el Área Contractual Catedral, los cuales permitieron hacer precisiones acordes en la identificación, evaluación de daños ambientales.

La metodología utilizada para la evaluación de daños ambientales, son las mismas para la evaluación del impacto ambiental, es decir que se identifica y evalúan los impactos ambientales en las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto. En el caso particular del estudio de línea base ambiental del Área Contractual Catedral, solo se consideró la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones existentes.

Los métodos para la identificación de los impactos ambientales de un proyecto son muy variados. Cuando en un proyecto no se conoce los impactos que puede producir, la mejor manera de reconocerlos es mediante algún método de matrices, como la Matriz de Leopold. Para representar los impactos secundarios y terciarios, posiblemente los mejores métodos son los diagramas de causa-efecto y en el caso donde ya se conocen los impactos que genera un proyecto es a través de una lista de verificación y cuestionarios.

8.3.1 Metodología para identificar y evaluar los daños ambientales

Para la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales generados por el Proyecto en cuestión, se consideraron los siguientes parámetros: inmediatez, acumulación, sinergia, momento en que se produce, persistencia y reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad y continuidad; tanto en los impactos directos como en los indirectos, a través del uso de las siguientes técnicas:

- Listados Simples de actividades del proyecto y factores ambientales
- Matriz Modificada de Leopold de Interacción Proyecto-Ambiente (Leopold, 1971)
- Diagramas de flujo
- Sobreposición de planos

- Análisis de expertos

El proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales se describe en los siguientes apartados. Para facilitar su comprensión, se ha dividido en sus dos principales actividades identificación y evaluación y se representa en el siguiente diagrama de flujo.

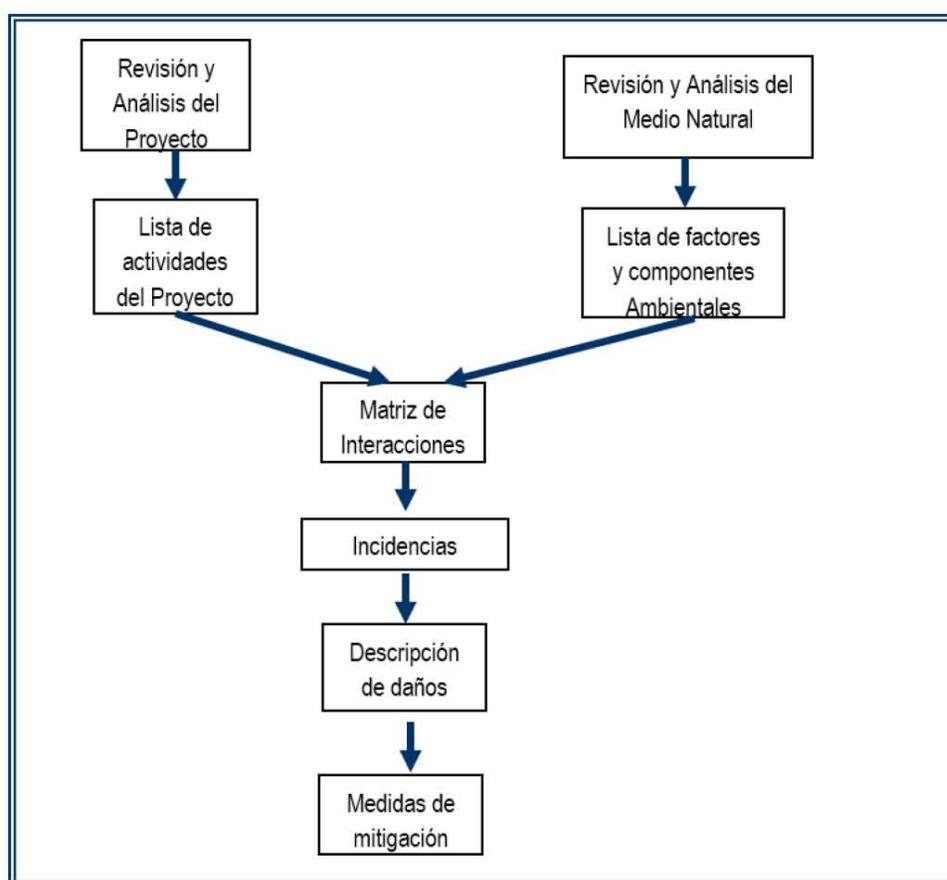


Figura 8.3-1.- Diagrama de flujo del proceso de identificación de daños ambientales.

8.3.2 Descripción del proceso de identificación de impactos

8.3.2.1 Elaboración de lista de acciones relevantes del Proyecto

El primer paso de la identificación de impactos, consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del proyecto en sus diferentes etapas.

Como se señaló al inicio del documento, solo se consideró el estado actual o la fase de operación y mantenimiento de las instalaciones con respecto de los componentes ambientales considerados en el Área Contractual Catedral. Que las instalaciones consideradas fueron pozos, líneas de conducción (líneas de descarga y gasoductos) e infraestructura de producción (baterías de separación). Lo anterior significa que no se tomaron en cuenta las etapas de preparación de sitio, construcción; que desde el punto de vista de la evaluación del impacto ambiental son actividades realizadas. En la siguiente Tabla 8.3-1 se presentan las actividades por obra tipo en la etapa de operación y mantenimiento en pozos, líneas y baterías de separación.

Tabla 8.3-1.- Lista de actividades identificadas por tipo en Área Contractual Catedral.

ETAPA DE DESARROLLO	OBRA TIPO	ACTIVIDADES GENERALES
Operación y mantenimiento	Pozos (exploratorios y de desarrollo)	Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales
		Inspección y vigilancia (árbol de válvulas, caminos de acceso)
		Mantenimiento (árbol de válvulas, caminos de acceso)
		Generación de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
		Generación de aguas residuales
	Sistemas de Conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.)	Transportación de gas, líquidos y asociados
		Inspección y vigilancia (derecho de vía, válvulas, sistemas de conducción)
		Mantenimiento (derecho de vía, válvulas, análisis de pruebas de corrosión, limpieza con corrida del diablo, etc.)



Continuación de la Tabla 8.3-1

ETAPA DE DESARROLLO	OBRA TIPO	ACTIVIDADES GENERALES
Operación y mantenimiento	Sistemas de Conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.)	Generación de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
		Generación de aguas residuales
		Sustitución de tramo de ducto
	Infraestructura de producción (baterías de separación y compresión y plantas endulzadoras)	Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales
		Generación de aguas congénitas
		Inspección y vigilancia (camino de acceso, instalaciones de las estaciones)
		Mantenimiento (camino de acceso, instalaciones de las baterías de separación)
		Generación de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
Generación de aguas residuales		

8.3.3 Elaboración de lista de factores y atributos ambientales

Mediante una revisión exhaustiva de informes y estudios de impacto ambiental de este tipo de proyectos, de literatura citada al inicio de este texto, así como de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del sistema ambiental del Área Contractual Catedral se elaboró el inventario de los factores y atributos ambientales que se presentan en la Tabla 8.3-2.

Tabla 8.3-2.- Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental del Área Contractual Catedral.

Subsistema	Factor	Atributos
Sistema Ambiental Área Contractual Catedral (Natural) Biótico y Abiótico	Atmósfera (aire)	Calidad del aire (NO _x)
		Partículas suspendidas
		Nivel de ruido
	Geología y geomorfología	Relieve
		Geoformas
		Recursos pétreos
	Suelo	Uso del suelo
		Grado de erosión
		Propiedades químicas
		Propiedades físicas
	Hidrología superficial	Calidad del agua
		Patrón de drenaje
		Disponibilidad del agua
		Coefficiente de escurrimiento
	Hidrología subterránea	Calidad del agua
	Vegetación	Cobertura
		Abundancia
Riqueza de especies		
Especies de lento crecimiento		
Especies bajo protección		

Continuación de la Tabla 8.3-2

Sistema Ambiental Área Contractual Catedral	Subsistema	Factor	Atributos
	(Natural) Biótico y Abiótico	Fauna	
Abundancia y desplazamiento			
Especies bajo protección			
Paisaje			Calidad visual

8.3.4 Identificación de Interacciones Ambientales

Con base en las Tablas 8.3.1 y 8.3.2, se generó una Matriz de Interacciones, la cual consideró únicamente la fase de operación y mantenimiento de pozos, ductos y estaciones de recolección del proyecto, con los factores y atributos del sistema ambiental, es decir una matriz de interacción Proyecto-Ambiente. A partir de esta, los diferentes grupos técnicos que se conformaron para llevar a cabo la evaluación de los daños ambientales, efectuándose un análisis basado en la estructura del sistema ambiental con cada una de las actividades por obra, que se ejecutarán para el proyecto. Este análisis permitió identificar las interacciones relevantes que pudieron dejar alguna evidencia de daño ambiental o impacto residual, aun cuando se hayan aplicado medidas de prevención y mitigación para cada una de las obras.

8.3.4.1 Descripción del proceso de evaluación de daños ambientales

8.3.4.1.1 Metodología de evaluación de daños ambientales

8.3.4.1.1.1 Índice de Incidencia

Para la evaluación de los daños ambientales, se seleccionó la metodología conocida como Matriz de Leopold (1971), la cual fue modificada para adecuarla a las características particulares de este Proyecto. Esta matriz fue elaborada con base en los resultados de la Técnica de Listado Simple y de la Tabla de Doble Entrada de Interacciones proyecto-ambiente, seleccionando aquellos factores ambientales que pueden ser impactados.

La técnica de matrices consiste en interrelacionar las acciones del Proyecto (columnas), con los diferentes factores y atributos ambientales (filas). Las interacciones resultantes se describen con base en los siguientes criterios: inmediatez, acumulación, sinergia, momento en que se produce, persistencia y reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad y continuidad; los cuales servirán para determinar el índice de incidencia.

Los criterios antes señalados forman parte de la metodología para la determinación del índice de incidencia, propuesto por Gómez Orea, 2003.

8.3.4.1.1 Determinación del índice de incidencia

De acuerdo con la metodología propuesta por Gómez Orea 2003, que a continuación se describe textualmente y donde se describe a la *incidencia* como la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por la *intensidad* y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. En ese sentido la determinación de la incidencia se considerarán los atributos antes señalado más la *intensidad* que es el grado de la alteración y ocasionalmente, la extensión: área de influencia del efecto en relación con el total del entorno considerado.

En las Tablas 8.3-3 y 8.3-4, se presentan los atributos que caracterizan los impactos ambientales, la descripción de cada uno de ellos, el carácter de los atributos y la escala y peso de cada uno de ellos, que se usarán para la determinación del índice de incidencia de los factores ambientales evaluados en el Área Contractual Catedral.

De acuerdo a la información presentada en las tablas antes señaladas, se calculará en índice de incidencia, el cual variará en un ámbito de 0 a 1.

La metodología propuesta menciona que los valores de incidencia son determinados por:

a) *Una de carácter informal a partir de los atributos que los describen: a un impacto cuyos atributos se manifiesten en la forma más favorable, se le atribuirá un índice de incidencia próximo a 0; así a un impacto de escasa intensidad, temporal, reversible, simple, no sinérgico, poco extenso y que produce sus efectos a largo plazo, le corresponderá un índice de incidencia próximo a 0; por el contrario a un impacto intenso, permanente, irreversible, irrecuperable, acumulativo, sinérgico, extenso y que produce sus efectos de forma inmediata, tendrá un índice de incidencia próximo a 1; atributos de carácter intermedio determinarán valoraciones intermedias.*

b) **Otra de carácter formal que se desarrolla en cuatro pasos:**

i Primero tipificar las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo, recuperabilidad: fácil, regular y difícil, etc.

ii Segundo atribuir un código numérico a cada forma, acotada entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así para los ejemplos anteriores, momento: inmediato, 3, medio plazo 2 y largo plazo 1; recuperabilidad: fácil 1, regular 2, difícil 3.

iii Aplicar una función, suma ponderada (u otra), para obtener un valor.

iv Estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos, mediante la expresión:

$$\text{Incidencia} = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

Ver desarrollo en Tabla 8.3-4.

Tabla 8.3-3.- Características de los impactos ambientales.

Atributos	Descripción	Carácter de los atributos	Código/valor
Signo	Positivo o negativo, se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial que merece el efecto a la comunidad técnico-científica y a la población en general	Benéfico	+
		Perjudicial	-
		Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez	Directo o indirecto. Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario	Directo	3
		Indirecto	1
Acumulación	Simple o acumulativo. Efecto es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce afectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente en gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	Simple	1
		Acumulativo	3
Sinergia	Sinérgico o no sinérgico. Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple	Leve	1
		Media	2
		Fuerte	3
Momento en que se produce	Es corto, medio o largo plazo. Efecto a corto, mediano o largo plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor respectivamente	Corto	3
		Medio	2
		Largo Plazo	1
Persistencia	Temporal o permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras el temporal permanece un tiempo determinado	Temporal	1
		Permanente	3
Reversibilidad	Reversible o irreversible. Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o solo después de muy largo tiempo	A corto plazo	1
		A Mediano plazo	2
		A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad	Recuperable o irrecuperable. Efecto recuperable es el que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, mientras no lo es el irrecuperable	Fácil	1
		Media	2
		Difícil	3
Periodicidad	Periódico o de aparición irregular. Efecto periódico es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente; Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	Periódico	3
		Irregular	1
Continuidad	Continuo o discontinuo. Efecto continuo es el que produce un alteración contante en el tiempo, mientras el discontinuo se manifiesta de forma intermitente o irregular	Continuo	3
		Descontinuo	1

Gómez Orea, 2003.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA de
TAMAULIPAS



Tabla 8.3-4.- Cálculo del Índice de Incidencia.

Clasificación de los Impactos						
Escala y Peso						
Signo del efecto (C)	Benéfico	+	Perjudicial	-	Difícil de calificar sin estudios	0
Inmediatez (I)	Indirecto	1		Directo		3
Acumulación (A)	Simple	1		Acumulativo		3
Sinergia (S)	Leve	1	Media	2	Fuerte	3
Momento (M)	Largo plazo	1	Medio	2	Corto	3
Persistencia (P)	Temporal	1		Permanente		3
Reversibilidad (R)	A corto plazo	1	A medio plazo	2	A largo plazo o no reversible	3
Recuperabilidad (R)	Fácil	1	Media	2	Difícil	3
Continuidad (C)	Discontinuo	1		Continuo		3
Periodicidad (P)	Irregular	1		Periódico		3
Total	Mínima	9		Máxima		27
Determinación de la Incidencia						
Incidencia = I + A + S + M + P + R + R + C + P						
La expresión puede consistir en la suma ponderada de los códigos (que tienen una carga cuantificada) de los atributos ponderados, se puede considerar la expresión simple:						
Obtención de Índice de Incidencia de impacto: $I = \sum \text{Atributo} * \text{Peso}$						
Obtención del Índice de Incidencia Estandarizado: $I_{\text{Estandarizado}} = (I - I_{\text{min}}) / (I_{\text{máx}} - I_{\text{min}})$						
Siendo:						
I = El valor de incidencia obtenido por un impacto						
I _{máx} = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.						
I _{min} = El valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.						
El índice de incidencia debe magnificarse cuando se da alguna circunstancia que haga crítico el impacto: ruido en la noche, vertido contaminante inmediatamente arriba de la toma de agua de un pueblo, situaciones de verano o invierno, etc.						
Categoría de significancia de los impactos ambientales evaluados.						
Categoría	Interpretación					Intervalo de valores
No relevante	Se presentan alteraciones de muy bajo impacto a componentes y factores que no comprometen a la integridad de los mismos.					Menor a 0.33
Moderadamente relevante	Se presenta afectación a componentes y factores sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.					0.34 a 0.66
Relevante	Se presentan alteraciones en los componentes y factores que afectaron el funcionamiento o estructura de los ecosistemas.					Mayor a 0.66



8.3.5 Resultados de la identificación y evaluación de los daños ambientales

De acuerdo con los resultados de campo arrojados por componente ambiental en el Área Contractual Catedral, se evaluaron conforme a la metodología propuesta para calcular el índice de incidencia y que a fin de cuentas se interpretará como el daño ambiental a los componentes ambientales, que derivado de las diversas actividades que prevalecen en dicha área del proyecto. En ese sentido la calificación de los expertos quedo plasmada en la Matriz de interacciones para la Etapa de Operación y Mantenimiento de Pozos, Líneas de Descarga, Gasoductos y baterías de separación, así como en la matriz del cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados, Ver Tablas 8.3-4 y 8.3-5.

Por último, de acuerdo con los resultados que se presentan en la Tabla 8.3-5 y de acuerdo con el análisis grupal por parte de los especialistas de cada área, se realizó la descripción de aquellos impactos ambientales que generaron un daño ambiental por las actividades del proyecto y otros generados por otras actividades ajenas en el Área Contractual, como es el caso del sector agropecuario.

Tabla 8.3-4.- Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de pozos, líneas de descarga, gasoductos y baterías de separación.

Tabla 8.3-5.- Cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados.

8.3.6 Descripción de daños ambientales

En seguida se describen los daños ambientales identificados y evaluados en la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras en el Área Contractual Catedral. Cabe señalar, que también se hará mención a los daños ambientales promovidos por otros sectores productivos como el agropecuario que se desarrolla en el Área Contractual Catedral.

DESCRIPCIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES MEDIO ABIÓTICO-BIÓTICO

➤ **Clima**

Partículas suspendidas y óxidos de nitrógeno

La incidencia es no relevante, ya que no existen chimeneas o algunos otros puntos de emisión de hollín o alguna otra partícula; por otro lado, la actividad preponderante, la ganadería de bovinos en praderas cultivadas, implica mantener el suelo con cobertura vegetal durante todo el año, por lo que la posibilidad de que partículas finas de suelo sean levantadas por el viento es muy reducida; finalmente, la precipitación anual promedio es mayor a los 4 000 mm, distribuida, casi uniformemente a lo largo del año, por lo que los contaminantes del aire son continuamente arrastrados por las gotas de lluvia hacia el suelo. Esto se confirmó con los resultados obtenidos por el monitoreo de la calidad del aire, en donde todos los parámetros registraron niveles muy por debajo de los límites máximos establecidos en las normas que los regulan. Así que en el Área Contractual Catedral la calidad del aire no es impactada de forma negativa significativa por las actividades propias de la extracción de hidrocarburos, pero tampoco por el resto de las actividades económicas que se desarrollan al interior del polígono de esta área.

Ruido

Los niveles de ruido registran también una incidencia no relevante; las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras no son generadoras de ruido, también, son instalaciones abiertas, distribuidas sobre amplias superficies rurales.

➤ Edafología

Propiedades químicas

Las propiedades químicas del suelo han sido influenciadas en forma negativa pero con una incidencia que nos es relevante; esto es porque las actividades que implican la operación de las instalaciones petroleras no inciden directamente sobre este recurso.

Como sabemos, esta operación consiste en el transporte de hidrocarburos de la boca del pozo hasta la estación de recolección por tuberías continuas y herméticamente selladas; las cuales son sujetas a un estricto programa de mantenimiento que evita las fugas de hidrocarburo.

Por otro lado, la actividad productiva preponderante en el área en términos de superficie es la producción de ganado bovino en pastoreo extensivo; en el cual el uso de productos químicos para el control de malezas, control de parásitos externos del ganado, medicamentos veterinarios y fertilizantes sí existe pero con baja intensidad; entonces, en general, las propiedades químicas del suelo dañadas con incidencia baja.

Propiedades físicas

Las características físicas del suelo, como la estructura, la textura, la densidad aparente, entre otras son impactadas con una incidencia no relevante; porque las actividades de operación se restringen a infraestructura ya existente, como son caminos de acceso, cuadros de maniobras de pozos y estaciones de recolección; entonces al no realizarse directamente sobre suelo natural no hay modo de que alteren las

proporciones de las partículas fundamentales del suelo, ni su acomodo en estructuras estables, ni la cantidad de espacio poroso.

Erosión del suelo

La erosión *per se* es un efecto negativo, en este caso moderadamente relevante, sólo en cuanto a la operación petrolera. Se ha establecido que es el agua el elemento que más remueve y conduce el suelo de un sitio a otro; así que de acuerdo con la metodología se estimó la erosión hídrica en el área y obtuvimos como resultado, de acuerdo a la clasificación riesgos de erosión propuesta por Shields y Coote, un nivel de erosión hídrica severo; esto se explica porque en esta zona los niveles de precipitación son muy altos y las geoformas con pendientes de 30 % son muy comunes; además la eliminación de la vegetación nativa para establecer praderas de gramíneas, cuya capacidad de retención del suelo es más limitada, permite que el suelo esté más susceptible a ser removido por la energía cinética de las gotas del agua de lluvia. O bien a ser arrastrado por la energía de las corrientes de agua.

Infiltración de agua en el suelo

La alteración de la capacidad de infiltración del agua en el suelo es no relevante. No hay actividades que impliquen el despalme o compactación del terreno. Es más probable que la ganadería, al eliminar la cobertura de vegetación natural, disminuya el tiempo de retención del agua de lluvia en la superficie e incremente la escorrentía superficial, con la consiguiente disminución de la infiltración.

➤ Geología y Geomorfología

Pérdida de estabilidad del relieve y alteración de geoformas

El impacto de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras en la estabilidad del relieve es no relevante. No hay construcción de nuevas instalaciones y las existentes, en el caso de las plataformas de los pozos y las estaciones de recolección, son superficies que han sido compactadas y cubiertas con materiales que proporcionan estabilidad al relieve; en el caso de las líneas de descarga y ductos en general, están bajo tierra y la superficie está cubierta por estrato herbáceo de vegetación, más comúnmente gramíneas sembradas para pastoreo de ganado bovino.

Ahora bien, la naturaleza de la geología, geomorfología y precipitación pluvial de la zona confieren a ésta una muy alta vulnerabilidad a riesgos geológicos; aún sin intervención humana estos riesgos son altos, y la actividad económica que contribuye más a incrementarlos es la ganadería de bovinos, ya que en grandes superficies la vegetación natural es reemplazada por gramíneas cultivadas, que proporciona menor estabilidad a las formas terrestres que la vegetación original.

➤ Hidrología Superficial

Calidad del agua

La calidad del agua superficial es impactada en grado no relevante por las actividades petroleras, esto es debido a que no hay disposición de aguas congénitas o residuales a cuerpos de agua superficiales; también las actividades de manejo y trasiego de estas aguas son apegadas a las normas que las rigen. De hecho en los análisis de muestras de agua de los cuerpos superficiales no se encontró algún indicio de alteración física o química ajena las influencias de la superficie del área de recarga.

Los resultados de los análisis de la calidad del agua indican que las características físico químicas son buenas; en cuanto a las características bacteriológicas se obtuvo que las aguas del río Ostuacán presenta conteos muy altos de coliformes totales y fecales, esto indica que las aguas negras de los centros de población establecidos a las orillas de este río son descargadas directamente al río sin tratamiento previo. La cantidad de personas que participan en la operación y mantenimiento de las instalaciones petroleras es muy reducida como para contribuir a este impacto; también, el personal de la industria petrolera cuenta con sanitarios portátiles y las aguas negras son recolectadas por una empresa autorizada para ello, en unidades habilitadas para tal fin.

Patrón de drenaje

El comportamiento de las corrientes de agua superficial tiene una incidencia no relevante, porque no hay construcción de nuevas obras que pudieran interferir con la red de drenaje superficial.

Disponibilidad de agua

El impacto es en grado no relevante, porque estas actividades no disminuyen la superficie de captación de agua de lluvia, que es la única fuente de recarga con que cuentan estas corrientes de agua superficial. Además, en ninguna

de las actividades se hace uso del agua de las corrientes superficiales, como para que se pudiera generar una actividad de competencia con las demás actividades productivas de la zona. El agua no es un recurso limitante en esta zona.

Coefficiente de escurrimiento

La incidencia es no relevante, ya que no hay actividades que ocasionen cambios en la permeabilidad del suelo o alguna otra característica física de éste, además tampoco hay influencia relevante en el porcentaje de pendiente y longitud de las laderas. Es más bien la ganadería, que al reducir la infiltración, al reducir el tiempo de estancamiento, la que podría estar incrementando la escorrentía.

➤ **Hidrología Subterránea**

Calidad del agua

Hay un efecto no relevante, ya que no existe disposición de aguas residuales, ni de aguas congénitas y como ya se comentó los hidrocarburos que se extraen son transportados en tuberías herméticas.

Como en el caso de las aguas superficiales, las aguas subterráneas presentan muy buenas características físico químicas; sin embargo, en algunos casos los coliformes se encuentran elevados, esto debe a infiltraciones muy localizadas de aguas negras crudas; igualmente, la actividad petrolera no contribuye a esto.

➤ **Vegetación**

En cuanto a este componente de la biósfera, en los atributos que se consideraron: cobertura, abundancia, riqueza de especies, especies de lento crecimiento y especies bajo protección, se obtuvieron índices de incidencia no relevantes, a continuación se describen los daños ambientales para cada uno de estos atributos.

La principal actividad económica en el Área Contractual Catedral es la ganadería, específicamente la explotación de bovinos de doble propósito, sustentada sobre praderas de gramíneas cultivadas, principalmente del género *Brachiaria*, las cuales cubren más del 95% de la superficie del área contractual; es así como esta actividad económica es la mayor causante de daños a la vegetación de esta zona. Esto es de máxima relevancia, porque al cambiar la cobertura vegetal original, principalmente selva alta perennifolia, por sólo el estrato herbáceo de las gramíneas cultivadas, se disminuyen sobremanera los servicios ambientales proporcionados por la primera, léase



menor capacidad de retención del suelo, alteración de los patrones de escurrimiento-infiltración, erosión y como consecuencia cambios en las formas terrestres.

Cobertura

La operación y mantenimiento de los pozos petroleros y demás instalaciones petroleras, así como líneas de descarga infieren un daño no relevante a este atributo; es así porque la única actividad en la que podría removerse completamente la vegetación de una pequeña superficie de terreno es cuando se requiera sustituir un tramo de ducto; la magnitud de este daño en la escala de tiempo es reducida porque los derechos de vía bajo los cuales corren los ductos, por norma, sólo pueden mantener como cobertura el estrato herbáceo de la vegetación.

Abundancia

La abundancia, entendida como el número de individuos por unidad de superficie, también obtiene un índice de incidencia no relevante, como en el caso anterior, la sustitución de un tramo de ducto será una actividad muy localizada y sobre la vegetación secundaria herbácea que existe sobre los derechos de vía.

Riqueza de especies

La vegetación que cubre los derechos de vía es inducida, secundaria, herbácea, donde se registra un predominio de la familia de las gramíneas por sobre cualquier otra, entonces la riqueza de especies, específicamente en los sitios donde pudiera sustituirse un ducto, es baja; hay poco que dañar en términos de riqueza.

Especies de lento crecimiento

No hay especies de lento crecimiento en los derechos de vía de las líneas de descarga, sólo especies herbáceas, generalmente pastos.

Especies bajo protección

Al interior de esta área contractual se encontraron dos especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo,

publicada el 30 de noviembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación: *Bactris balanoidea*, de nombre común Jahuacte y *Cedrela odorata*, de nombre común Cedro, ambas sujetas a protección especial.

Aunque estas especies se localizaron en esta área contractual, no se localizaron en los derechos de vía donde podría realizarse la sustitución de un tramo de ducto, es por eso que las actividades petroleras no interfieren con el desarrollo de dichas especies.

➤ Paisaje

Calidad visual

La mayoría de las instalaciones petroleras están a nivel del suelo o debajo de él, sólo la batería de separación, con sus tanques de almacenamiento podría representar un cambio en la calidad visual; esto es no relevante principalmente por dos razones: se trata de sólo una instalación de este tipo en más de 5 000 ha y lo quebrado del terreno hace que el efecto se perciba, pero al remontar una loma ya no se aprecia esta vista.

Nuevamente, el cambio drástico ha sido la eliminación de la vegetación nativa y la práctica de la ganadería de bovinos.

➤ Fauna Silvestre

Inevitablemente la convivencia entre la fauna silvestre y el ser humano tiene efectos contraproducentes las diferentes especies de animales registradas en la zona, ya que el efecto directo por la presencia humana (industria, ganadería y agricultura), es la pérdida del hábitat natural de las especies, por lo que los diferentes organismos presentes en el área, se ven obligados a moverse a otros sitios donde no sean perturbados. Aunado a lo anterior, existen algunas personas de la localidad que aún realizan el aprovechamiento cinegético de algunas especies de fauna silvestre.

Otro efecto negativo hacia la fauna silvestre es la continua presencia de la actividad humana, ya sea por la actividad agropecuaria o por la actividad industrial, lo que se traduce en un constante movimiento de vehículos por la zona, los cuales con sus niveles de ruido alto ahuyentan a la fauna cercana. Otro efecto



inevitable por la presencia de los diferentes vehículos, es el atropellamiento de algunos organismos que cruzan los diferentes caminos pavimentados o de terracería.

Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Con base a los trabajos de campo realizados en el Área Contractual Catedral, podemos concluir que no se encontraron registros de que alguna de las especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ha sido directamente afectada por la actividad que se desarrolla en la zona.

Reducción de hábitat

Como ya se mencionó anteriormente, la presencia humana en la zona es sinónimo de destrucción del hábitat natural, lo que puede ser constatado por el cambio de usos de suelo en la región, ya que la distribución actual de la Selva Alta Perennifolia está restringida a las zonas poco accesibles de la región (Figura 5), no existiendo comunicación entre los diferentes manchones. La superficie restante del Área Contractual Catedral lo conforman zonas con actividad agrícola, pecuaria y las áreas urbanas y suburbanas.

Perdida de la biodiversidad

La pérdida de la biodiversidad es un efecto directo de la reducción del hábitat natural de las especies de fauna silvestre, en primera instancia porque al reducir el hábitat se pierden las áreas donde se distribuye la fauna silvestre, ya sea las consideradas como dormideros, las áreas de alimentación y/o refugio o incluso zonas de anidación.

Durante los trabajos de campo se realizaron diferentes recorridos en toda el Área Contractual Catedral con dos propósitos principales, uno era el desplazarse a lo largo de toda el área, y el otro fue el de observar la fauna silvestre que atraviesa los diferentes caminos de la zona. Durante los diferentes recorridos no se observó el atropellamiento y muerte de fauna silvestre, aunque no podemos concluir que esto no suceda siempre, lo que si podemos establecer que al parecer el desplazamiento de vehículos por la zona no es un factor determinante en la pérdida de la diversidad faunística.



Corredores biológicos

La legislación ambiental de México no define oficialmente el significado de corredor biológico, por lo que no se tiene un término para definir este concepto. No obstante la anterior, la CONABIO en su órgano de difusión “Biodiversidad Mexicana”, determinan que el nombre de “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utilice para nombrar una gran región, a través de la cual las Áreas Naturales Protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas o también sería el caso de los remanentes de los ecosistemas originales) mantengan su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permitan el flujo de las especies.

En el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques no protegidos, el manejo sostenible del bosque no protegido permitiría mantener la composición y estructura del ecosistema forestal conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies. El flujo y número de especies estará relacionado al grado de modificación de los ecosistemas originales, mientras más conservado mayor diversidad, y por el contrario, mientras menos conservada esté la zona el flujo será escaso o nulo.

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) define a un corredor biológico como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos”.

La dispersión de los individuos es uno de los procesos biológicos más importantes para la conservación de las especies, ya que generación tras generación las poblaciones se dispersan y colonizan exitosamente lugares lejanos al sitio donde nacieron. En las plantas son las semillas las que realizan la dispersión, mientras que en los animales generalmente son los individuos jóvenes los que migran. Los corredores permiten el movimiento y colonización de los individuos con lo que se previene la extinción local de poblaciones, se mantiene el flujo genético, se reduce la consanguinidad y se conserva la diversidad de especies en los fragmentos.

Tabla 8.3-4.- Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de Pozos, Líneas de Descarga, Gasoductos y baterías de separación y compresión y plantas endulzadoras.

MATRIZ CAUSA-EFECTO		Operación y Mantenimiento																		
		Pozos (exploratorios y de desarrollo)					Sistema de Conducción (líneas de descarga, gasoductos, etc.)						Infraestructura de producción (baterías de separación y compresión y plantas endulzadoras)							
		Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales	Inspección y vigilancia (árbol de válvulas, caminos de acceso)	Mantenimiento (árbol de válvulas, caminos de acceso)	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos peligrosos	Generación de aguas residuales	Transportación de gas, líquidos y asociados	Inspección y vigilancia (derecho de vía, válvulas, sistemas de conducción)	Mantenimiento (derecho de vía válvulas, análisis de pruebas de corrosión, limpieza con corrida de diablo, etc.)	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos peligrosos	Generación de aguas residuales	Sustitución de tramo de ducto (excavación de zanja)	Uso de vehículos, maquinaria, transportación de equipo y materiales	Manejo de aguas congénitas	Inspección y vigilancia (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)	Mantenimiento (caminos de acceso, instalaciones de las estaciones)	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos peligrosos
Factor	Atributo																			
Atmósfera (aire)	Calidad del aire (NO _x)	A-1	A-2									A-3	A-4			A-5				
	Partículas suspendidas	A-6	A-7					A-8				A-9	A-10			A-11				
	Nivel de ruido	A-12	A-13									A-14	A-15			A-16				
Geología y geomorfología	Relieve											G-17								
	Geoformas											G-18								
	Recursos pétreos																			
Suelo	Infiltración											S-19								
	Grado de erosión											S-20								
	Propiedades químicas			S-21	S-22	S-23	S-24		S-25	S-26	S-27		S-28			S-29	S-30	S-31		
	Propiedades físicas			S-32					S-33			S-34				S-35				
Hidrología superficial	Calidad del agua			HSP-36	HSP-37	HSP-38			HSP-39	HSP-40	HSP-41		HSP-42			HSP-43	HSP-44	HSP-45		
	Patrón de drenaje						HSP-46					HSP-47								
	Disponibilidad del agua						HSP-48					HSP-49								
	Coficiente de escurrimiento						HSP-50					HSP-51								
Hidrología subterránea	Calidad del agua			HSB-52	HSB-53	HSB-54			HSB-55	HSB-56	HSB-57		HSB-58			HSB-59	HSB-60	HSB-61		
Vegetación	Cobertura											V-62								
	Abundancia											V-63								
	Riqueza de especies											V-64								
	Especies de lento crecimiento											V-65								
	Especies bajo protección											V-66								
Fauna	Riqueza de especies																			
	Abundancia	F-67		F-68			F-69		F-70			F-71	F-72	F-73	F-74	F-75				
	Desplazamiento	F-76	F-77	F-78			F-79	F-80	F-81			F-82	F-83	F-84	F-85	F-86				
	Especies bajo protección	F-87	F-88	F-89			F-90	F-91	F-92			F-93	F-94	F-95	F-96					
Paisaje	Calidad Visual																			

SIMBOLOGÍA:

INTERACCIONES: 1

CLAVE DE INTERACCIÓN: 1

CLAVE DEL FACTOR:

- ATMÓSFERA: CA
- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA: G
- SUELO: S
- NO HAY INTERACCIONES:
- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL: HSP
- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA: HSB
- VEGETACIÓN: V
- FAUNA: F
- PAISAJE: P
- SOCIOECO-NOMICOS: SE

8.4 REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES (DAÑOS PREEXISTENTES)

El consumo de las sociedades contemporáneas de los combustibles fósiles ha resultado perjudicial desde el punto de vista ecológico, además de que es económicamente costoso y con muchas prácticas innecesarias, lo que implica un desafío y una oportunidad para mejorar y limpiar el camino hacia la eficiencia energética. Las afectaciones en el suelo van desde la exploración y explotación de pozos petroleros hasta la ocurrencia de siniestros, los cuales pueden suceder en cualquier parte del ecosistema, terrestre o acuático, que dan por resultado daños ecológicos, causando efectos nocivos en la flora y fauna. Una afectación importante sucede cuando estos siniestros dañan suelos agrícolas, provocando un perjuicio económico y social debido a la inutilización de estos suelos para la producción de cultivos o ganadería.

Por un lado, la contaminación del suelo por hidrocarburos afecta la flora, fauna y microorganismos del suelo (Madigan et al., 1999), la fertilidad de los suelos, el crecimiento de las plantas, así como la existencia y sobrevivencia de los animales que se alimentan de éstas. Además, también puede haber una afectación en el ámbito social que incluye los sistemas de producción, la salud, la economía y las formas de vida de las poblaciones, debido a los efectos de estos compuestos, los cuales son tóxicos para los humanos (mutagénicos y carcinogénicos) y para los seres vivos en sus diversas formas (microflora, mesofauna y fauna).

En México existen diferentes fuentes generadoras de contaminación por hidrocarburos. Si tomamos en cuenta el volumen total de hidrocarburos que se manejan en sus diferentes actividades, en México se tienen tres principales generadores: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Ferrocarriles Nacionales de México (FNM). Se estima que en los últimos 20 años han provocado pérdidas por más de 50 mil millones de dólares, con mayor impacto en el aspecto ambiental y agrícola. Este tipo de compuestos se acumulan en ecosistemas marinos y terrestres, siendo responsables del deterioro de algunos suelos contaminados. La contaminación del suelo y el agua ha venido en aumento como resultado de las malas prácticas en la explotación, refinación, distribución, mantenimiento y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados

La evaluación de un sitio se puede definir como la secuencia planeada y organizada de actividades llevadas a cabo para determinar la naturaleza y distribución de contaminantes sobre y debajo de la superficie del sitio que se ha identificado como potencialmente contaminado. El propósito de la evaluación de un sitio es:

- a) Determinar si existe o no liberación de sustancias peligrosas al ambiente, a las personas o a las instalaciones.
- b) Identificar y establecer la distribución y concentración de los contaminantes presentes.

A raíz de la entrada de la reforma energética en nuestro país, se han realizado diferentes cambios en los órganos gubernamentales que anteriormente se encargaban de regular y supervisar la seguridad industrial y la protección del medio ambiente en el sector de hidrocarburos, el cual está a cargo ahora la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (por sus siglas ASEA), donde este órgano descentralizado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se encargará de diseñar normas con base en las mejores prácticas y estándares internacionales para proteger el medio ambiente de toda la cadena de valor del sector hidrocarburos en México. Todo ello a través de la emisión de los lineamientos, autorizando y supervisando los sistemas de gestión y prevención de riesgos operacionales y ambientales del sector petrolero.

El día 10 de Mayo del 2016 se llevó a cabo el contrato para la extracción de hidrocarburos bajo la modalidad de Licencia CNH-R01-L03-A6/2015 entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y por la otra parte la compañía DIAVAZ OFFSHORE S.A.P.I., DE C.V. En ese mismo documento se estableció que el contratista deberá realizar los estudios que permitan establecer la Línea Base Ambiental, mismo que esta supervisada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Este documento tiene como fin el cumplimiento de los lineamientos establecidos en el documento resolutivo No. ASEA/UGI/DGGEERC/0630/2016 con fecha del 23 de junio de 2016, emitido por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), en el que se da la Aceptación de la Propuesta de la Metodología para la elaboración de la Línea Base Ambiental del Área Contractual Número 6 Campo Catedral. En dicha



propuesta se establecieron los trabajos a realizar con el fin de obtener la evaluación de las condiciones del área contractual “Catedral” localizado en el estado de Chiapas.

En términos generales, la metodología aceptada por la ASEA establece la forma en que se realizará la investigación que guarda el Área Contractual Número 6 Campo Catedral.

Este apartado de daños Preexistentes fue integrado por tres etapas; La primera instancia se realizó la revisión de toda la información disponible generada durante la evaluación documental de las fuentes bibliográficas específicas del sitio y junto con la visita en campo mediante la cual se inspeccionó el Área Contractual Número 6 Campo Catedral, se colectaron y analizaron los datos en suelo, agua superficial y subterránea, sedimentos y aire. Para posteriormente desarrollar los planes de trabajo de la aplicación de los métodos indirectos y de esta manera poder finalmente establecer un plan de muestreo que sea representativo del área contractual.

8.4.1 Primer Etapa de Trabajo Información Documental e Histórica

Para la identificación de daños existentes en el área contractual, la metodología empleada se dividió en dos grandes fases, la primera fue es la investigación histórica que comprendió consultas ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para obtener los vértices del polígono oficial del Área Contractual Número 6 Campo Catedral y el listado de su infraestructura existente, dependencias gubernamentales (actas de inspección, denuncias, gravámenes, entre otros), referencias bibliográficas referentes al Área Contractual, noticias de los acontecimientos que han ocurrido en el paso de los años que pudiesen generar impactos al ambiente dentro y fuera del área, revisión histórica de imágenes satelitales y entrevistas con los propietarios de los predios donde se ubica el Área Contractual, tomando en cuenta planos oficiales de Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (INEGI), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante los cuales se obtuvo pendientes naturales, cuerpos de agua cercanos, uso de suelo, poblaciones aledañas al área, climatología, necesarios para llevar a cabo inspecciones programadas en campo y que de tener información específica de impactos al ambiente



pudiéramos tener un primer acercamiento del grado de contaminación del sitio investigado; la segunda fase se enfoca en confirmar e inspeccionar toda aquella información recopilada referente a pasivos ambientales y además se tomó en cuenta toda la infraestructura presente en el campo para realizar recorridos e inspecciones en la búsqueda de indicios característicos de áreas contaminadas, las cuales fueron catalogadas como áreas potencialmente contaminadas cuando presentaran algún indicio.

La Información Se Clasifico De La Siguiete Manera.

- Imágenes históricas satelitales.- Con el uso de la herramienta Google Earth Pro se obtuvieron las imágenes históricas del Área Contractual Número 6 Catedral las cuales fueron procesadas en un sistema de información geográfico (ArcGis versión 10.0). Por la magnitud del sitio y la distribución espacial de los pozos pudimos clasificarlos en cuatro zonas de interés principal, las cuales corresponden a las cuatro Macroperas que se ubicaron dentro del Área Contractual número 6 Catedral. Mediante el análisis de imágenes satelitales también se detectaron caminos de acceso, asentamientos humanos, usos de suelo, infraestructura ajena a la petrolera dentro y fuera del Área Contractual Número 6 Campo Catedral, así como los cuerpos de agua dentro del área y en zonas aledañas a esta, siendo los cuerpos de agua un objetivo a inspeccionado en campo con la finalidad de reconocer algún posible impacto generado en el área.
- Solicitud de Información Histórica.- Previo a los recorridos en campo se llevó a cabo la recopilación y análisis de toda la información ambiental, sectorial y social disponible por fuentes oficiales referentes al Área Contractual Número 6 Campo Catedral y sus alrededores. Además se buscó ante instancias gubernamentales, estatales y municipales como: INEGI, CONAGUA, PROFEPA, SEMARNAT, así como a Dirección de Protección Civil, Dirección de Obras Públicas, Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Ostuacán; donde se realizó la solicitud de manera escrita de toda aquella información referente a pasivos ambientales provenientes de las actividades petroleras y no petroleras realizadas en la zona, siendo esta información la de mayor importancia y relevancia para este primer informe de daños preexistentes. El oficio se elaboró con la siguiente información:



- Destinatario con su cargo y dependencia a la que pertenece
 - Características generales de los contratos entre Diavaz Offshore-Universidad Autónoma de Tamaulipas y Diavaz Offshore –CNH.
 - Objetivo a cumplir con este oficio.
 - Descripción de la información solicitada.
 - Mapa de la ubicación del Área Contractual Número 6 Campo Catedral
 - Firma del Residente del Apartado de Daños Preexistentes.
 - Imágenes históricas satelitales
-
- Entrevista a los propietarios.- El objetivo fue recopilar información a través de encuestas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) sobre las áreas donde ocurrió un impacto al suelo y/o agua, proveniente de la actividad petrolera que se realizaron en el área contractual, identificando zonas posiblemente contaminadas cercanas a la infraestructura petrolera del campo así como también aquellas zonas impactadas que no tengan relación alguna con la infraestructura anteriormente mencionada. La información obtenida a partir de estas encuestas se consideró como posibles sitios potencialmente contaminados debido a que se tiene un testimonio directo del potencial del impacto realizado al ambiente y automáticamente será objeto de estudio por métodos indirectos. La encuesta se integró con 3 apartados los cuales contienen:
 - Apartado 1.- Datos del encuestador, esta sección se refiere principalmente a aquella información que le corresponde llenar a la persona que elabora la entrevista, en este caso personal de la brigada de Daños Preexistentes de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, así como, nombre del Área Contractual, Municipio, Localidad, Hora, Fecha y Estado.
 - Apartado 2.- Generalidades, en este apartado se consideran datos importantes al encuestado como la localización del evento, el nombre del encuestado, el nombre del predio, uso de suelo predominante en su predio, dimensiones aproximadas del predio, instalaciones presentes en caso de existir y número de eventos registrados dentro del predio.
 - Apartado 3.- Eventos históricos, la finalidad de este apartado es recopilar de viva voz de los propietarios cada evento suscitado en su predio, de manera específica para cada



evento se obtendrán datos como fecha del evento, dimensiones del evento, partes involucradas, si fue atendido o no, si existió alguna extracción del material, causas del evento, tiempo aproximado de atención y descripción de los hechos.

- Recorridos en campo.- Con base al inventario proporcionado por parte de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y corroborado mediante imágenes satelitales, se ubicó previamente la infraestructura petrolera del área contractual, así como sus accesos; con esta información se programaron los diferentes recorridos dentro del área, apegados a la infraestructura petrolera existente clasificándose en recorridos en pozos (incluye macropera), áreas aledañas a las macroperas (posibles presas de perforación), recorridos sobre el D.D.V., recorridos a instalaciones (estaciones), recorridos de inspección de antecedentes (una vez capturadas las entrevistas con los propietarios de los predios, se buscaba los puntos de derrames mencionados y se procedía a realizar la búsqueda de indicios). Por último se realizaron recorridos en el resto del área contractual así como las zonas aledañas a este. El objetivo de los recorridos fue el de encontrar la mayor cantidad de indicios, que pudieran considerarse para definir un área, como un sitios potencialmente contaminados.
- Las principales características de los indicios o señales que ayudan a clasificar a un sitio como potencialmente contaminado se encuentran relacionadas con el aprovechamiento del Área Contractual Número 6 Campo Catedral, donde en particular, se buscan impactos generados por la actividad petrolera (extracción de aceite y gas). Los principales indicios que se buscan en los componentes naturales que integran el medio son:
 - Suelo.- Los indicios que podemos encontrar en este componente, pueden identificarse de manera visual o sensorialmente. De manera visual se busca detectar la presencia del contaminante por la alteración en el color, apariencia, presencia de manchas superficiales, afectación a la vegetación (si esta se presenta quemada, muerta o irregular en el paisaje), cambios en el tipo de suelo y topografía natural del terreno a consecuencia del posible movimiento de material (acumulación de material, excavaciones, reparaciones en derecho de vía, cualquier maniobra que implique el movimiento de materiales). En el caso de los indicios sensoriales se incluyen el olor (detectando cualquier olor extraño) y la textura (la presencia de cualquier sustancia que la modifique principalmente aceitosa).
 - Agua.- Se puede sospechar la posible contaminación de agua, cuando se detecta visualmente precipitados de óxidos (apariencia rojiza y/o blancuzca), manchas de grasa, iridiscencia, turbidez, olor, sensación aceitosa y colores ajenos a las características normales del agua,

además de que la vegetación alrededor del cuerpo de agua podría encontrarse quemada y/o manchada; también es muy importante observar si se presentan organismos acuáticos muertos dentro y fuera del agua, como por ejemplo peces, anfibios, reptiles e inclusive aves.

- Aire. - Se realiza la búsqueda de la emanación de gases provenientes de las actividades que se realizan dentro del área contractual en el subsuelo principalmente, detectadas de primera instancia por el cambio de olor característico de la zona.

Las presencias de cualquiera de estos indicios en los componentes anteriormente mencionados dieron como resultado el considerar la zona como un sitio potencialmente contaminado, el cual debe ser investigado con los métodos indirectos de acuerdo con la metodología aprobada por la ASEA.

Como resultado de las investigaciones documentales y en campo realizadas, apegadas a lo establecido en el Árbol de Toma de Decisiones, se definieron los sitios que serán objeto de estudio por métodos indirectos.

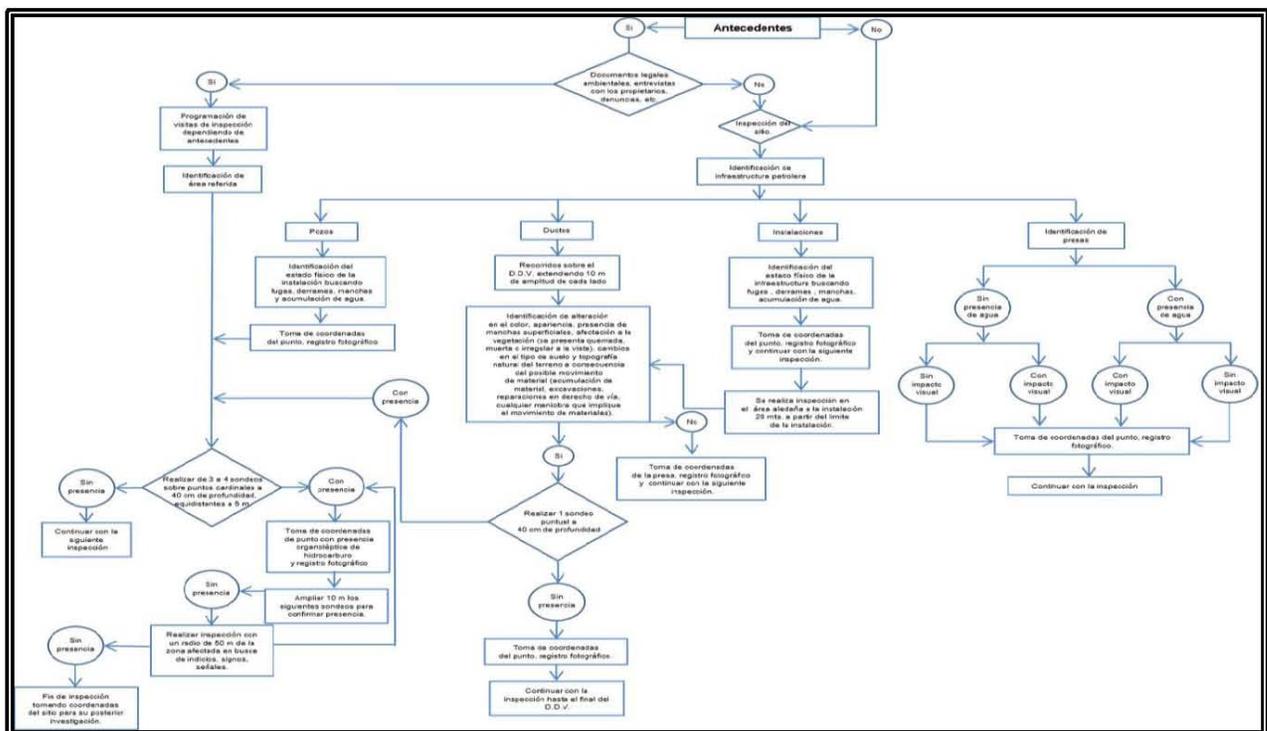


Figura 8.4.1.- Árbol de Toma de Decisiones de para los recorridos (ATDR)

Mediante esta metodología aplicada se inspeccionaron 21 pozos, de los cuales 6 pozos presentaron indicios de zonas potencialmente contaminadas. Después de efectuar los recorridos de inspección en los pozos y aprovechando los radios de búsqueda de 50 m, se logró identificar la presencia de 9 presas, que por la cercanía a los árboles de válvulas y cuadros de maniobra son considerados como posibles presas de perforación, del total de las presas 3 fue registrada sin agua sin impacto visual, 5 con agua sin impacto visual, y finalmente se encuentra una (1) presa sin agua con impacto visual.

8.4.2 Segunda etapa Métodos Indirectos.

De acuerdo a los sitios definidos como potencialmente contaminados, a través de la investigación histórica, documental y los recorridos de inspección durante la primera etapa de la evaluación de Daños preexistentes; se procedió a la evaluación de estos sitios mediante técnicas (Gasometrías, CMD, Georradar, Tomografía) conocidas como métodos indirectos lo anterior con base en la metodología establecida en el Árbol de Toma de Decisiones de los Métodos Indirectos con la cual pudimos obtener un panorama más definido de la distribución espacial de los contaminantes, esto con la finalidad de que el conjunto de todos los datos recabados sirvan para crear un plan de muestreo dirigido sobre objetivos específicos y con esto obtener la mayor representatividad posible de las dimensiones y características de los contaminantes en el subsuelo, diferenciándolo de los valores naturales de fondo, por lo que la aplicación de esta metodología a los sitios potencialmente contaminados permite corroborar si el sitio propuesto seguirá siendo objeto de estudio y proponer su Plan de Muestreo (PDM) de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que para el caso de los hidrocarburos es la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 mientras que para los metales pesados es la NMX-AA-132-SCFI-2006.

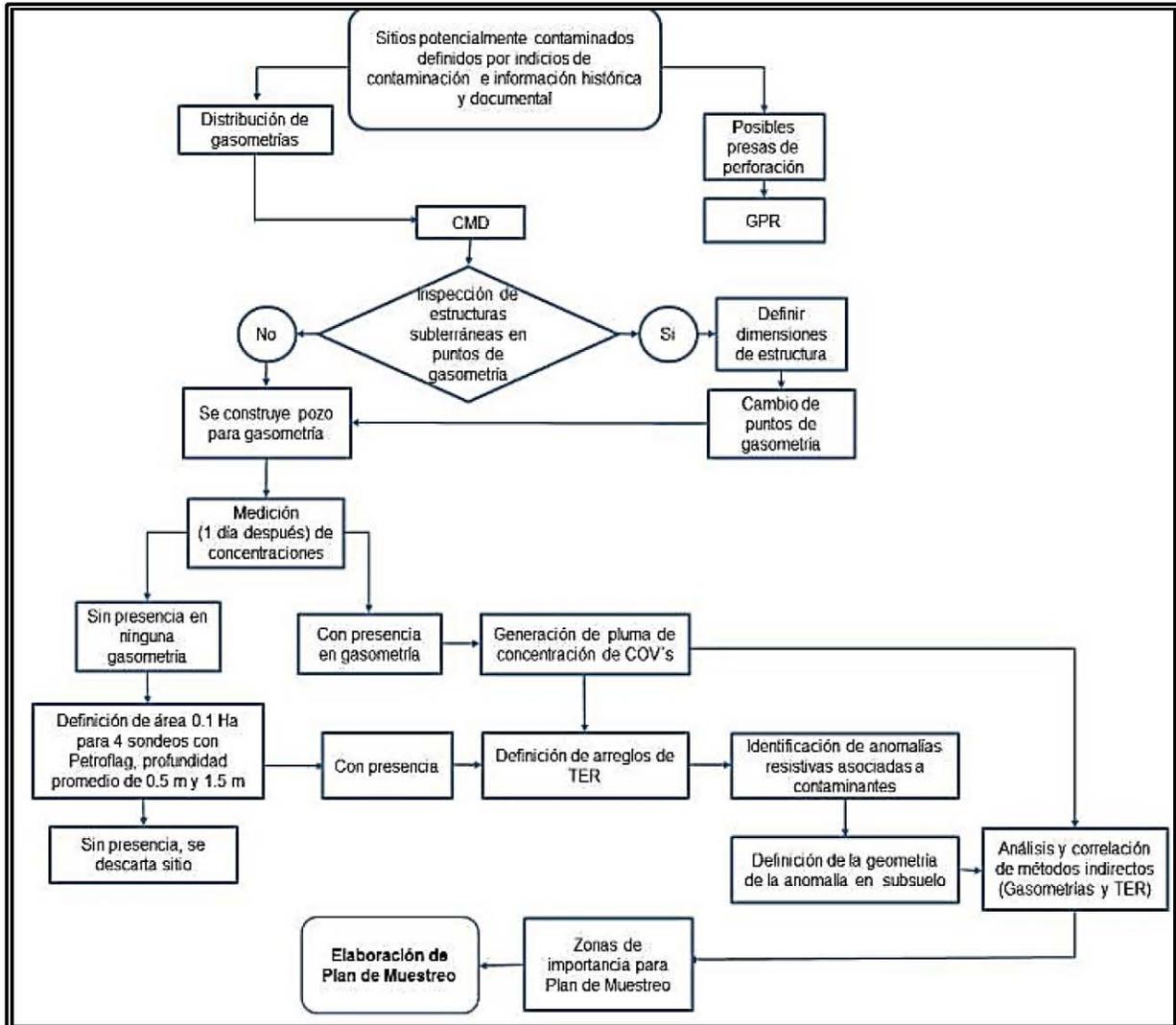


Figura 8.4.2.- Árbol de Toma de Decisiones de Métodos Indirectos

De acuerdo al ATDMI, el arranque de los trabajos inicia con la identificación y búsqueda de tuberías u otra estructura inmersa en el subsuelo mediante el CMD. La importancia de este primer paso radica en la seguridad durante el desempeño de actividades que lleven consigo la perforación de suelo tanto para el personal que labora, los equipos utilizados y la infraestructura presente, como por ejemplo la perforación para la instalación de las gasometrías o la perforación a mayor profundidad para la toma de muestras.

La aplicación de esta metodología electromagnética nos permite obtener la ubicación de toda aquella estructura subterránea que se encuentra en el área y de esta manera asegurar que durante los trabajos de perforación que se realizarán de manera posterior no exista instalación que pudiera ser dañada. Toda vez que no hay suficiente información de estructuras adicionales a las reportadas.

Posterior a la detección de estructuras en el subsuelo se procederá a realizar la instalación de pozos de gasometría; considerando el área en la cual se detectó la posible presencia de hidrocarburos (denominándola Sitio Potencialmente Contaminado de acuerdo a los resultados de los sondeos realizados en búsqueda de indicios en el área), el número de gasometrías a realizar en cada SPC identificado, se asoció de acuerdo al área proyectada del sitio con lo establecido en la Tabla 4 “Número Mínimo de Puntos de Muestreo de acuerdo con el área contaminada” de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Una vez realizadas las mediciones de las concentraciones de los Compuestos Orgánicos Volátiles, se procedió a procesar la información en el software ArcGis 10.2 mediante el cual obtuvimos un plano representativo de la distribución de las concentraciones, con lo que se proyectó la siguiente fase de prospección geofísica en todos aquellos puntos donde los valores de concentración de los Compuestos Orgánicos Volátiles presentaron valores por encima de los naturales de fondo. Ya identificados estos puntos, se analizaron las condiciones del sitio donde se localiza, sus valores de concentración, así como lo encontrado durante la ejecución de las gasometrías (si existió presencia de contaminantes, exceso de humedad). Para establecer los valores naturales de fondo, fue necesario ejecutar una gasometría alejado de la zona de influencia de la infraestructura presente en el sitio, esto con la finalidad de conocer valores naturales del suelo y poder llevar a cabo la comparativa entre los valores naturales y aquellos valores afectados por la presencia de contaminantes; en el caso de los hidrocarburos se esperaba un aumento en la concentración de COV's.

En el entendido de haber obtenido algún valor confirmatorio de la presencia de contaminantes por cualquiera de los métodos mencionados (gasometrías o Petroflag), se procedió a la ejecución de las Tomografías Eléctrico Resistivas (TER), con el objetivo es determinar las variaciones de resistividad del subsuelo,

traduciendo estos registros en términos geológicos. Las clasificaciones de estos valores resistivos se encuentran en función de la naturaleza y composición de los estratos, la textura, porosidad, contenido en fluidos que condicionará la existencia de una mayor o menor concentración de iones. A mayor movilidad de estos iones se registra una mayor conductividad o, para el caso del registro tomográfico una menor resistividad. Con ayuda de los resultados obtenidos de la dispersión de las plumas de COV's o de los resultados obtenidos en el caso de haber realizado análisis de TPH's con Petroflag, se procedió a orientar la ubicación de las líneas de TER's de acuerdo a aquellos valores altos registrados, sin dejar de tomar en cuenta los valores cercanos a los naturales de fondo.

A la par de la ejecución de las líneas de TER, la Universidad realizó también sondeos exploratorios a una profundidad de 3 m, haciendo un registro de los materiales conforme se perforaba el sondeo, esta información obtenida es correlacionada con las resistividades de las TER's y nos sirvió para obtener un grado de confianza aún mayor en la definición de las condiciones del terreno e identificación de anomalías resistivas que nos indicaran la presencia de contaminantes.

Es así como la selección de valores de alta, mediana y baja resistividad se asignaron a los materiales encontrados en subsuelo, variando para cada sitio de acuerdo a su estratigrafía. Una vez definidos los rangos resistivos se buscaron anomalías asociadas a la presencia de materiales que no pertenecieran al sustrato, por ejemplo, para el caso de derrames por hidrocarburo se esperaba encontrar valores anómalos resistivos en un medio donde la continuidad mantuviera una concordancia de lecturas similares. Una vez desarrolladas las actividades para la obtención de la información resistiva del medio a través de las TER, se llevaron a cabo el procesamiento de los datos por medio del Software RES2DINV y Surfer para la generación de los perfiles resistivos, asociando los rangos encontrados con la información geológica obtenida, con lo que se pudo determinar aquellos valores fuera de los rangos encontrados para los materiales del medio, fueron considerados como lecturas anómalas atribuibles a la presencia de contaminantes en subsuelo, con lo que se identificó la profundidad y extensión de dichas anomalías.

Por último se realizó la correlación entre los resultados de dispersión de concentración de vapores (COV's), con los resultados de los perfiles iso-resistivos, el cruce de esta información mediante el programa ArcGis con ayuda de la herramienta de álgebra de mapas, obtuvimos aquellas zonas prioritarias a considerar para los puntos de muestreos, además nos permitió orientar el resto de los puntos hacia zonas donde considerábamos que existía la presencia de contaminantes, concluyendo en la construcción de plumas de contaminación una vez que se entreguen los resultados de los análisis de las muestras de suelo mediante un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

En el caso de las presas de perforación que se encontraron cercanas a los diferentes pozos, se realizó la prospección a través de la metodología electromagnética, estableciendo de manera transversal y longitudinal líneas de Georadar, mediante las cuales se definieron los espesores del relleno de las presas de perforación y la profundidad de la misma y de esta manera obtener un cálculo del volumen del material vertido en dichas presas. El muestreo fue referido a la NMX-AA-132-SCFI-2006 "MUESTREOS DE SUELO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y LA CUANTIFICACIÓN DE METALES Y METALOIDES Y MANEJO DE LA MUESTRA", ya que de acuerdo a los registros históricos, la presencia de presas de perforación indicaban los posibles vertimientos de lodos provenientes de la perforación, así como las mezclas de compuestos (metales como el Ba, Cd, Zn, Pb) para realizar la perforación de los pozos, siendo muy probable en estas áreas la presencia de metales en los rellenos.

Dentro del Área Contractual Número 6 Campo Catedral se llevaron a cabo trabajos de Métodos Indirectos dando cumplimiento al ATDMI (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Estos trabajos se ejecutaron en 4 Macroperas y 9 presas.

Tabla 8.4.1.- Volumen ejecutado dentro del Área Contractual

Actividad	Ejecutado
Conductividad Electromagnética Multiprofundidad (CMD)	1977 metros lineales
Gasometrías	86

Tomografía Eléctrico Resistiva	897 metros lineales
Georadar/Ground Penetrating Radar (gpr)	1169 metros lineales

De estos volúmenes de métodos indirectos generados, posterior a su análisis, se generan los planes de muestreo correspondientes a cada sitio estudiado. De acuerdo a los registros geoelectrónicos obtenidos dentro del A.C. Número 6 Campo Catedral por medio de Tomografías Eléctricas Resistivas (TER), fue posible identificar por medio de los cortes geológicos que se encuentran dentro del campo así como en la perforación de pozos para el hincado de tubos de PVC para la mediciones gasométricas dos tipos de materiales que albergaban contaminantes, pudiendo identificar la presencia del mismo ya que modifica las propiedades físicas del suelo, manifestándose en anomalías bajas resistivas para este caso, tratándose de hidrocarburo, que de acuerdo a la información recabada en publicaciones de la Comisión Nacional de Hidrocarburos es sabido que este campo es productor de gas y condensados, los cuales de acuerdo a su graduación API (57°) son hidrocarburos ultra ligeros los cuales mantienen un registro de resistividad bajo. Los materiales registrados que presentaron anomalía, fueron asociados a la presencia de hidrocarburo ya que este contaminante tiende a mantener un rango bajo de acuerdo al material identificado, definiendo que:

- En materiales arcillosos los valores asociados a la presencia de hidrocarburo fueron encontrados menores a los 30 Ohm*m
- Mientras que para materiales arcillosos con presencia de grava los registros resistivos indican valores alrededor de los 37.70 Ohm*m

Como ejemplo de lo anterior se selecciona la tomografía identificada como TER-1 de la Macropera Catedral-1, en la cual se propuso el punto de muestreo PH-7 en búsqueda de la presencia de hidrocarburo de acuerdo al registro resistivo que se obtuvo en ese punto, identificándolo como impactada con hidrocarburo, correspondiendo con los análisis emitido por el Laboratorio donde confirma la presencia de Fracción Ligera (concentración de 2186.5 ± 584.89 mg/kg), además de seleccionar la profundidades de acuerdo a los contrastes resistivos que se obtuvieron, esto siendo indicativo de un cambio de estrato o la ausencia de hidrocarburo, con estas consideraciones se seleccionó las profundidades para la toma de muestras en búsqueda de límites verticales.

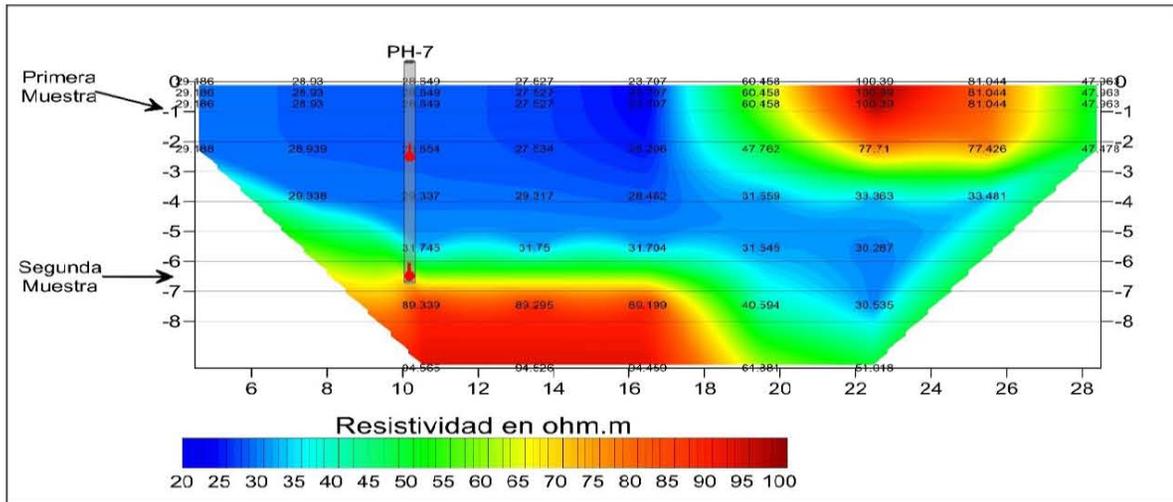


Figura 8.4.3.- TER-1 con propuesta de PH-7.

Por medio de esta metodología también es posible identificar ductos o bien materiales metálicos en el subsuelo, estos materiales registran valores resistivos bajos ya que como es bien sabido los metales son buenos conductores de corriente eléctrica, registrando estos de manera puntual y a profundidades someras un ejemplo de la identificación de una tubería dentro del Campo Catedral en la Macropera Catedral-1 es en la tomografía TER-8, esto pudo ser corroborado ya que al Este de la ubicación de esta tomografía se encontró un corte en donde se podía observar la presencia del ducto, tomando estas consideraciones de igual manera para salva-guardar la integridad tanto de la infraestructura presente en el sitio así como del personal ejecutor de los trabajos de las perforaciones para la toma de muestras evitando proponer algún punto de investigación por metodología directa cercano a estos puntos.

8.4.3 Tercer Etapa. – Identificación y cuantificación de daños Preexistentes.

De acuerdo al Plan de Muestreo Propuesto (PDM) por el personal Técnico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en el Área Contractual Número 6 del Campo Catedral, y de acuerdo a los resultados interpretados y plasmados en el segundo informe de resultados de los métodos indirectos, se tiene considerado el muestreo en las 4 zonas identificadas como Macroperas que son las siguientes: Catedral 1, Catedral 15, Catedral 75 y Catedral DL1.



En el A.C. Catedral se tiene registrado como productos de la perforación y extracción de hidrocarburos al gas y sus condensados, esto de acuerdo a la tabla de las *Características de las Áreas Contractuales* de la ronda 1, emitida por la Secretaría de energía (SENER); bajo esta información se estableció que los parámetros a analizar de las muestras obtenidas durante la ejecución del plan de muestreo son la Fracción Ligera y los BTEX, esta definición se da con base a lo establecido en la “Tabla 1. Hidrocarburos que deberán analizarse en función de producto contaminante” de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y especificaciones para la remediación), la cual indica que para el caso de los “gases nafta” se deberán realizar análisis de Fracción Ligera y BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos). Una vez establecidos los contaminantes a analizar en las muestras del suelo, fijamos de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, los valores máximos permisibles en suelo, para este caso nos referimos a la “Tabla 2. Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo”, indicando que para el caso de la Fracción Ligera con un Uso de Suelo Agrícola, la concentración máxima permitida es de 200 mg/kg. Para el caso de los BTEX, aplica la “Tabla 3. Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo”

Tabla 8.4-2.- Límites máximos permisibles para FRACCIÓNes de hidrocarburos en suelo

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2008
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2008
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

Tabla 8.4-3. Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

HIDROCARBUROS ESPECIFICOS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Benceno	6	6	15	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Etilbenceno	10	10	25	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Benzo[a]pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Dibenzo[a,h]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[a]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[b]fluoranteno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[k]fluoranteno	8	8	80	NMX-AA-146-SCFI-2008
Indeno (1,2,3-cd)pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008

Los hidrocarburos son objeto de estudio en suelo, pero también dentro de las primeras investigaciones realizadas, se obtuvo que existía una amplia posibilidad de encontrar presencia de metales pesados, asociados a los procesos de perforación (lodos de perforación) empleados en las técnicas de construcción que se seguían en la época en la que fueron perforados los pozos de extracción de hidrocarburos. Con este dato, fueron identificadas las presas cercanas a los cuadros de maniobra de los Pozos, cuyo objetivo en la etapa de perforación era el de contener todas esas emulsiones necesarias para la ejecución de la actividad y además para el acopio de recortes de perforación así como residuos de la extracción del hidrocarburo.

Por lo que, de acuerdo a esta información, además de emplear la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, también se consideró el uso de las normas asociadas a los Metales Pesados que en este caso son:

- NMX-AA-132-SCFI-2006 (*Muestreo de Suelos para la Identificación y la Cuantificación de Metales y Metaloides, y Manejo de la Muestra*), de la cual establece la Tabla 1 “Muestreo Exploratorio” la cual señala el número de puntos a muestrear dependiendo del área del sitio en estudio.



Tabla 8.4-4.- Muestreo Exploratorio de la NMX-AA-132-SCFI-2006

Superficie del sitio que se supone contaminado (Hectáreas)		Número mínimo de puntos de muestreo	Número mínimo de pozos verticales
De	A		
0.1	0.19	6	1
0.2	0.29	7	1
0.3	0.39	8	2
0.4	0.49	9	2
0.5	0.69	10	2
0.7	0.99	11	2
1	1.99	12	2
2	2.99	14	3
3	3.99	16	3
4	4.99	18	4
5	5.99	19	4
6	6.99	20	4
7	7.99	21	4
8	8.99	22	5
9	10.99	23	5
11	11.99	24	5
12	13.99	25	5
14	15.99	26	5
16	17.99	27	5
18	19.99	28	6
20	21.99	29	6
22	24.99	30	6
25	27.99	31	6
28	29.99	32	6

- En el caso de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (que *Establece Criterios para determinar las concentraciones de remediación de Suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio*), la cual establece en su “Tabla 1 Concentraciones de Referencia Totales (CRT) por Tipo de Uso de Suelo” las concentraciones de referencia totales de acuerdo al contaminante y al uso de suelo.

Tabla 8.4-5.- Concentración de referencia para metales de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

Contaminante	Uso agrícola/ residencial/ comercial (mg/kg)	Uso industrial (mg/kg)
Arsénico	22	260
Bario	5 400	67 000
Berilio	150	1 900
Cadmio	37	450
Cromo Hexavalente	280	510
Mercurio	23	310
Níquel	1 600	20 000
Plata	390	5 100
Plomo	400	800
Selenio	390	5 100
Talio	5.2	67
Vanadio	78	1 000

NOTA:
a) En caso de que se presenten diversos usos del suelo en un sitio, debe considerarse el uso que predomine.
b) Cuando en los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano no estén establecidos en los usos del suelo, se usará el valor residencial.

La metodología empleada para la perforación y toma de muestra, consiste en el uso de una perforadora Power Probe 9780D montada en un camión de 5ton, el cual hace uso del método de empuje directo, donde se utiliza el hincado de barrenos de doble pared que tiene un diámetro exterior de 2 3/8" y un tubo interior desechable de PVC (liner) de 1 1/2" de diámetro y una longitud de 0.6096m. Además cuenta con un martillo hidráulico de 350p/l de potencia y de alta frecuencia, el cual nos permite obtener muestras de suelo inalterado cumpliendo con los fines para la recopilación de la muestra para su envío al análisis de laboratorio. Paralelo con los trabajos de perforación, se realizó un registro en tiempo real de cada contacto litológico encontrado a profundidad el cual consiste en una breve descripción del material de la muestra, textura, color, contenido de materia orgánica, etc., así como indicios de contaminación. Después de recuperar la muestra, fue entregada al signatario por parte del laboratorio, tanto el signatario y el laboratorio son entes acreditados por la EMA y aprobados por PROFEPA. El signatario es el encargado de la preservación de la muestra hasta que esta llegue a las instalaciones de laboratorio para su posterior análisis, en este caso el medio de

preservación fue mantenerlas a una temperatura de 4° C en hielo las cuales deberán ser analizadas antes de cumplir el tiempo máximo de conservación (14 días), como lo establece la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El propósito del análisis de suelo es determinar la distribución horizontal y vertical de los potenciales contaminantes en área de estudio. El diseño del muestreo fue basado en los resultados de la exploración geofísica dentro y fuera del área estudiada, fue recomendado para definir con precisión zonas críticas y de esa manera garantizar y cubrir en su totalidad el área afectada, la cual brinda mayor exactitud a las estimaciones de volumetría del suelo impactado, estos planes como se describió anteriormente sufrieron algunas modificaciones con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo de delimitar la presencia de los contaminantes en los suelos. Como se ha mencionado, las muestras colectadas en la ejecución de los planes de muestreo fueron enviadas al laboratorio Microanálisis S.A. de C.V. el cual cuenta con la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) así como la aprobación por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Para las 4 macroperas, se establecieron como objetivos, la cuantificación de Fracción Ligera, BTEX, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio y Vanadio, esto de acuerdo a lo establecido en la **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012** y **NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004** respectivamente.

Tabla 8.4-6. Relación de análisis ejecutados por macropera

Macropera	Análisis de Hidrocarburo Fracción Ligera y BTEX	Análisis de Metales Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio, Vanadio
Catedral 1	63	21
Catedral 15	42	7
Catedral 75	44	21
Catedral DL1	60	16

En el A.C. Catedral se tiene registrado como productos de la perforación y extracción de hidrocarburos al gas y sus condensados, esto de acuerdo a la tabla de las *Características de las Áreas Contractuales* de la ronda 1, emitida por la Secretaría de energía (SENER); bajo esta información se estableció que los parámetros a analizar de las muestras obtenidas durante la ejecución del plan de muestreo son la Fracción Ligera y los BTEX, esta definición se da con base a lo establecido en la "Tabla 1. Hidrocarburos que deberán analizarse en función de producto contaminante" de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y especificaciones para la remediación), la cual indica que para el caso de los "gases nafta" se deberán realizar análisis de Fracción Ligera y BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos). Una vez establecidos los contaminantes a analizar en las muestras del suelo, fijamos de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, los valores máximos permisibles en suelo, para este caso nos referimos a la "Tabla 2. Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo", indicando que para el caso de la Fracción Ligera con un Uso de Suelo Agrícola, la concentración máxima permitida es de 200 mg/kg. Para el caso de los BTEX, aplica la "Tabla 3. Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo"

La siguiente tabla, muestra las metodologías de análisis a utilizar, en el caso de los Hidrocarburos, estos métodos están referidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Tabla 8.4.7.- Métodos analíticos para hidrocarburos

PRUEBA	NORMATIVIDAD	TECNICA	RESUMEN DEL METODO
Hidrocarburos fracción ligera	NMX-AA-105-SCFI-2014	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El análisis de Hidrocarburos Fracción Ligera cubre el intervalo de átomos de carbono de C5 a C10, en su mayoría compuestos volátiles
Hidrocarburos fracción media	NMX-AA-145-SCFI-2008	CROMATOGRAFIA DE GASES (FID)	Hidrocarburos Fracción Media cuyas moléculas cubran el intervalo de número de átomos de carbono de C10 a C28.
Hidrocarburos fracción pesada	NMX-AA-134-SCFI-2006	GRAVIMETRIA	Se evalúa una porción de muestra por separado para calcular el porcentaje de sólidos y el peso de la fracción seca es utilizado para calcular la concentración de HFP en peso seco.
HAPS	NMX-AA-146-SCFI-2008	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El método describe el análisis para determinar la concentración de hidrocarburos Aromático policíclicos (HAP) en extractos preparados a partir de muestras de suelo
BTEX	NMX-AA-141-SCFI-2014	ESPECTOMETRIA DE MASAS	El método de concentraciones bajas de BTEX en suelos es aplicable al intervalo de 0,5 µg/kg a 200 µg/kg.

Para el caso de Metales y con base en el Apéndice Normativo B: Métodos Analíticos de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 en el cual tiene como objetivo establecer los procedimientos para la preparación de las muestras y los métodos analíticos para caracterizar los suelos de un sitio presuntamente contaminado por los elementos normados; se enlistan los métodos analíticos empleados para la determinación de arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio, según sea el caso

- Método por espectrometría de absorción atómica
 - Por flama
 - Horno de grafito
 - Generador de hidruros y vapor frío
- Métodos analíticos por aspiración directa, generación de hidruros y vapor frío
 - Métodos analíticos por aspiración directa para Bario, Berilio, Cadmio, Níquel, Plata, Plomo, Talio, Vanadio
 - Métodos analíticos por horno de grafito para talio y vanadio
 - Métodos analíticos por generación de hidruros para arsénico y selenio
 - Método analítico por vapor frío para mercurio
- Método por espectrometría de emisión con plasma acoplado inductivamente
- Determinación colorimétrica de Cromo VI

8.4.4 Áreas y Volúmenes Contaminados en la macropera Catedral 1

Una vez generadas las plumas de dispersión mediante los métodos estadísticos anteriormente descritos, se observa que la contaminación principalmente se asocia a las presas muestreadas y en mayor medida de manera superficial para los contaminantes Fracción Ligera, Vanadio, Bario y Arsénico, siendo el Vanadio el contaminante con mayor presencia en las presas, además de ser el único de los contaminantes que se manifiesta a una profundidad de 4.5m, aunque con menores concentraciones y áreas de afectación. En el caso de la Fracción Ligera en suelo, a pesar de que se hicieron muestreos en el área de la macropera,



únicamente se detecta una zona contaminada asociada a las presas de perforación, en la parte Noroeste de la macropera y esto de acuerdo a los resultados del laboratorio obtenidos del análisis de las muestras; la Fracción Ligera solo fue reportada a una profundidad de 1.5m, obteniendo un área de afectación de 314.89 m², correspondiendo un volumen de 472.35m³ considerando que la contaminación está presente desde 0.5m y que en 3m deja de presentarse el contaminante. Es importante mencionar que del total de los metales pesados que se enlistan en la Norma, solamente se hacen presentes tres, con mayor presencia el vanadio tal como se mencionó anteriormente. De acuerdo a los resultados y las dispersiones, podemos catalogar a las presas de perforación y sus zonas aledañas, como los pasivos ambientales de mayor importancia para la macropera Catedral 1.

Tabla 1. Relación de Áreas y Volúmenes de material contaminado para la macropera Catedral 1.

AREAS CONTAMINADAS EN SUELOS (M2)	
FRACCION LIGERA 1M DE PROFUNDIDAD	314.89
FRACCION LIGERA EN PRESA "B" 0.10M DE PROFUNDIDAD	228.12
FRACCION LIGERA EN PRESA "C" 0.10M DE PROFUNDIDAD	18.63
ARSENICO PRESA "B" 0.10M DE PROFUNDIDAD	31.19
BARIO PRESA "C" 0.10M DE PROFUNDIDAD	36
VANADIO PRESA "A" 0.10M DE PROFUNDIDAD	1231.27
VANADIO PRESA "B" 0.10M DE PROFUNDIDAD	73.25
VANADIO PRESA "C" 0.10M DE PROFUNDIDAD	128.95
VANADIO PRESA "A" 4.00M DE PROFUNDIDAD	37.95
VANADIO PRESA "B" 4.00M DE PROFUNDIDAD	8.62
VANADIO PRESA "C" 4.00M DE PROFUNDIDAD	10.88
VOLUMEN DE MATERIAL CONTAMINADO (M3)	
FRACCION LIGERA EN SUELO	331.59
ARSENICO EN PRESA B	49.79
BARIO EN PRESA C	57.25
VANADIO PRESA A	2934.39
VANADIO PRESA B	197.32
VANADIO PRESA C	323.77
FRACCION LIGERA EN PRESA A	355.04
FRACCION LIGERA EN PRESA B	30.33

8.4.5 Áreas y Volúmenes Contaminados en la macropera Catedral 15

En esta macropera Catedral 15, al generar las plumas de dispersión, podemos observar que las concentraciones de hidrocarburos que superan los valores permisibles establecidos en la Norma, se encuentran en el área identificada en el transcurso de la ejecución de los trabajos de perforación y muestreo como antecedente proporcionado por el propietario del predio, ubicada al oeste de la macropera. Cuenta con un área de suelo contaminado de 4,199.12m², los cuales están dispersos a 1.0m de profundidad. En el apartado de “Modificaciones a los Planes de Muestreo” de este documento, se desarrolla a mayor detalle las condiciones de ésta zona en particular, resaltando la parte de que existen poco más de 0.80m de material sano producto del relleno del área, tratando de sepultar el material contaminado previamente dispuesto en esa zona.

Continuando con la dispersión del contaminante en estratos de mayor profundidad, encontramos que a los 3.0m, aún persiste la presencia de la Fracción Ligera, solamente en 2 muestras (a 1.0m se presentó en 3 muestras), disminuyendo el área a 1,735.31m², más sin embargo en el caso de la concentración de la Fracción Ligera para el PH8 aumentó la concentración; a pesar de que por lo general se espera que conforme aumente la profundidad, la concentración del contaminante vaya en descenso, en este caso en específico puede ser entendible esta situación debido a que, de acuerdo a lo comentado por el propietario del predio, ésta zona fue destinada como zona de acopio de hidrocarburos (específicamente condensados), lo cual con el paso del tiempo y la acumulación del contaminante, se convirtió en una fuente secundaria de hidrocarburos, propiciando una “intrusión” de este a mayores profundidades. Por las condiciones de accesibilidad al área y lo limitante que fue el uso del Hand Auger (debido a un estrato fuertemente consolidado por debajo de los 3m), no se logró el objetivo de continuar la perforación y toma de muestra hasta encontrar el límite, más sin embargo por las condiciones estratigráficas del terreno se considera que el contaminante de cierta manera será contenido y probablemente no exceda de los 5m de profundidad; tomando en cuenta estas consideraciones, se obtuvo que el cálculo de volumen de suelo impactado por Fracción Ligera, es de 9,403.90m³.



Por otra parte, se encuentra una segunda área contaminada por la presencia del metal Vanadio, la cual está ubicada en la presa de perforación y únicamente se identifica a 0.10m de profundidad, en muestreos más profundos no se reporta la presencia del contaminante.

Con estos datos, podemos corroborar que en la macropera Catedral 15, se cuentan con 2 pasivos ambientales, uno asociado a una gran presencia de Fracción Ligera y otro en la presa de perforación por metales pesados (Vanadio)

Tabla 8.4.9. Relación de Áreas y Volúmenes de material contaminado para la macropera Catedral 15.

AREAS CONTAMINADAS (M2)	
FRACCION LIGERA PLUMA 1 A 1M	4199.12
FRACCION LIGERA PLUMA 1 A 2M	3469.47
FRACCION LIGERA PLUMA 1 A 3M	1735.31
VANADIO EN PRESA 0.10M DE PROFUNDIDAD	107.24
VOLUMEN DE MATERIAL CONTAMINADO (M3)	
FRACCION LIGERA EN SUELO	9403.90
VANADIO EN PRESA	250.57

8.4.6 Áreas y Volúmenes Contaminados en la macropera Catedral 75

En la macropera 75, no se obtuvo presencia de Hidrocarburos en el suelo, únicamente en la presa denominada "D", ésta macropera es la menos impactada, ya que solo se cuenta con 3 pasivos ambientales, todos en las presas de la macropera. Cabe mencionar que de las 3 presas, solamente 1 presenta una contaminación por Fracción Ligera (presa C), sin presencia de metales, en el resto de las presas se registra la presencia de Vanadio únicamente a 0.10m de profundidad. De acuerdo a las dispersiones generadas, las áreas contaminadas son de 5.61m²(presa A) y 23.37m² (presa B) para el Vanadio; en el caso de la Fracción ligera, el área es de 24.03m².



Tabla 8.4.10. Relación de Áreas y Volúmenes de material contaminado para la macropera Catedral 75.

AREAS CONTAMINADAS (M2)	
VANADIO PRESA "A" 0.10M DE PROFUNDIDAD	5.61
VANADIO PRESA "B" 0.10M DE PROFUNDIDAD	23.37
FRACCION LIGERA PRESA "C" 0.10M DE PROFUNDIDAD	24.03
VOLUMEN DE MATERIAL CONTAMINADO (M3)	
VANADIO PRESA A	10.15
VANADIO PRESA B	37.68
FRACCION LIGERA EN PRESA C	38.69

8.4.7 Áreas y Volúmenes Contaminados en la macropera Catedral DL1

La dispersión obtenida para la macropera Catedral DL1 con respecto a los resultados de los análisis de las muestras tomadas en este sitio, indican que la contaminación se encuentra dispersa en 4 áreas, las cuales consisten en 2 presas, 1 zona en el área del terraplén y 1 zona en el sur del terraplén; en el caso del material contaminado en el terraplén (las 2 zonas) se presentan a diferentes profundidades. La primer mancha de Fracción Ligera, se asocia al punto de muestreo PH8 a 1.00m de profundidad con un área de 397.30m² con un volumen de 563.7m³; la segunda mancha está asociada al PH18, comenzando a presentarse la contaminación a los 3m de profundidad con un área de 272.09m³, más sin embargo en la ejecución del muestreo se percató que la contaminación comenzaba aproximadamente a los 2.0m de profundidad, por lo cual mediante el método de interpolación se optó por crear una pluma de dispersión a ésta profundidad, dando un área de 597.28m³, como punto importante en los registros de campo se realizó la anotación de que el material a los 2m de profundidad se encontraba con una concentración mayor del contaminante en cuanto a olor se refiere y que con los sondeos complementarios ejecutados en este punto, se percató también que el área a los 2m es mayor que a los 3m.

El volumen para esta segunda pluma de contaminación fue calculado en 869.36m³, cabe mencionar que este muestreo fue limitado, no se logró perforar hasta que se dejara de percibir la presencia del contaminante, debido a que las condiciones estratigráficas del sitio complicaron los trabajos de perforación. Durante el proceso de perforación mediante el empuje directo de la perforadora Power Probe 9780D propiedad de la

Universidad Autónoma de Tamaulipas, a la profundidad de 3.50m se topó con un afloramiento de rocas, las cuales impidieron que las barrenas continuaran avanzando en profundidad y con la finalidad de obtener mayor información a profundidad por debajo de los 3m se optó por cambiar de posición geográfica más sin embargo no fue posible avanzar a mayor profundidad en las zonas cercanas al PH18 por la misma condición estratigráfica.

Además de las zonas encontradas en el área del terraplén, también las presas ubicadas al Oeste y Noroeste de la macropera presentaron concentraciones tanto de metales (Vanadio) como de Hidrocarburos (Fracción Ligera) que se encuentran por encima de los valores máximos permisibles y de referencia. La contaminación en estos puntos es de manera superficial a los 0.10m. En la macropera Catedral DL1, se definen 4 pasivos ambientales, 2 de ellos ubicados en las presas y el resto sobre la macropera a diferentes profundidades.

Tabla 8.4.11. Relación de Áreas y Volúmenes de material contaminado para la macropera Catedral DL1.

AREAS CONTAMINADAS (M2)	
VANADIO PRESA "A" 0.10M DE PROFUNDIDAD	631.63
VANADIO PRESA "B" 0.10M DE PROFUNDIDAD	454.74
FRACCION LIGERA PRESA "A" 0.10M DE PROFUNDIDAD	538.41
FRACCION LIGERA PLUMA 1 A 1M	397.30
FRACCION LIGERA PLUMA 1 A 2M	166.40
FRACCION LIGERA PLUMA 2 A 2M	597.28
FRACCION LIGERA PLUMA 2 A 3M	272.09
VOLUMEN DE MATERIAL CONTAMINADO (M3)	
FRACCION LIGERA MANCHA 1	563.7
FRACCION LIGERA MANCHA 2	869.36
VANADIO PRESA A	505.30
VANADIO PRESA B	363.79
FRACCION LIGERA PRESA A	430.72

REFERENCIAS CATEDRAL

A.O. U. 1998. Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Lawrence, Kansas, 829 pp.

Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Reforma (0702), Estado de Chiapas. Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2015.

Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas CE-CCA-001/89, Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1989.

Aramburu Ma. P., Cifuentes, P., Escibano R y Díaz Pineda F. 1989. Guías Metodológicas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 181 pp.

Aramburu Ma. P., Cifuentes P., Escibano R. y Gonzales A. 2001. La gestión Visual del Paisaje a escala de Proyecto: <http://www.unizar.es/aeipro/finder/medioambiente/cc16.htm>

Aramburu Ma. P., Cifuentes P., Escibano R. y González A. S. 1994. Guía para la elaboración de estudios de Medio Físico. Contenido y Metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas de Agua y Medio Ambiente. Madrid. 810 pp.

Aranda S., J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos.

Arita, H. T. y CONABIO. Sin fecha. Proyecto P075 "Escalas y la diversidad de Mamíferos de México. UNAM: <http://www.conabio.gob.mx/mamiferos/mamiferos3.pl>

Arita, H. T. y Ceballos, G. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Revista Mexicana de Mastozoología. Vol 2.

Arizmendi, M.C., L. Márquez y H. Benítez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).

Arriaga, et al 2000. Regiones terrestres prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Ayuntamiento de Ostuacán: Dirección de Protección Civil. Dirección de Obras Públicas. Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.

Bojorquez-Tapia; L.A; Escurra E; And García, O. 1998, Appraisal of Environmental Impacts and Mitigation Measures Through Mathematical Matrices; Journal of Environmental Management 53, 91-99.

Bolaños González, M. A., F. Paz Pellat, C. O. Cruz Gaistardo, J. A. Argumedo Espinoza, V. M. Romero Benítez y J. C. de la Cruz Cabrera. 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana 34: 271-288.

Blanco, A. A. (1979): La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. Tesis Doctoral. E.T.S. Ing. de Montes. Univ. Politécnica de Madrid.

Brower E. James, ZAr H.J., von Ende C. (1998) Field and Laboratory Methods for General Ecology; Ed. McGrawhill, United States of América.

Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. Third edition. Wm C Brown Publishers. 237 pp.

Brower, J.E., J. H. Zar y C.N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3ª Ed. WM C. Brown Publishers. 237pp.

Canter, L. W.: 1999, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Mc Graw-Hill. Madrid.

Casas y Reina-Trujillo. 1991. Herpetofauna (anfibios y reptiles) Carta de Biogeografía IV.8.6. Instituto de Geografía, UNAM. Atlas Nacional de México. Castillo–Campos y Laborde–D, 2004.

Ceballos, G., J., et al. 2002. The mammals of Mexico: Composition, distribution, and conservation status. Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University, 218: 1-27.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2001, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.

Cervantes, F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 65(1): 177-190

CIAU. Facultad de Arquitectura. Instituto de Geografía UNAM. Versión Preliminar: <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>

Colín-García, G., Ibáñez-Castillo, Laura A., Reyes-Sánchez, Arteaga-Ramírez, R., 2013, Diagnóstico de la erosión hídrica de la cuenca del río Pichucalco, Revista Ingeniería Agrícola y Biosistemas, volumen 5, número 1, enero-junio 2013, pág. 23 – 31, Universidad Autónoma Chapingo.

Comisión Nacional del Agua, 2015, Estadísticas del Agua en México.

Comunicación personal PEMEX Exploración y Producción, 2002.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad <http://www.conabio.gob.mx>

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. www.conafor.gob.mx

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. www.conanp.gob.mx

Conant R. y Collins J. T. 1991. A field guide to reptiles and amphibians eastern and central North America. 3 ed. Houghton Mifflin Co. USA. 450 pp.

Conesa F. Vicente; Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 2010; Ediciones, Mundi-Prensa, Madrid, España.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículos: 4, 25, 26, 27, 73, 115 y 124.

Del Valle J. 2000. El Paisaje como Recurso Natural. Breve aplicación al Territorio Aragonés: <http://www.boreas.org/articulos/paisaje.htm>.

De Pablo, L. C. 1993: Bases teóricas de la cartografía ecológica. Quercus. 88:32 -35.

Edwards, E.P. 2009. A field guide to the birds of Mexico and Adjacent Areas Belize, Guatemala, and El Salvador.

Espinoza, G. 2007. Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile: Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED).

Fa y Morales .1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM., México, D. F.

Fierro. 2009. Aves migratorias en Colombia. En: Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad colombiana. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & WWF Colombia. Naranjo, L.G. & Amaya-Espinel J.D. (Editores). Bogotá.

Flores Villela, O. 1998. Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. A014. México, D.F

Flores-Villela y Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos. *Acta Zoológica Mexicana*.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Special publication No. 17. Carnegie Mus. Nat. Hist. 73 pp.

García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

García, Enriqueta, 2004, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gamendia Salvador, Alfonso, et al. 2005, Evaluación de Impacto Ambiental, Pearson Educación, S.A., Madrid, España.

Gill. 1995. Ornithology (2nd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

Gómez Orea, D., 2002, Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Gómez Pompa, A, Vázquez Yanes, C.1985. Estudio sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. In: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II. Gómez-Pompa A. y S. Del Amo R. (eds.). Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales y Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V. México D.F. Pp. 1-25.

Google Earth. 2016. V-7.1.7. 2606. Google Inc.

Guariguata y Ostertag, 2002. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. Forest ecology and management 148 (1), 185-206.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. New York. 851 pp.

Hutson, A.M., et al. 2001. Microchiropteran bats: Global status survey and action plan. iucn/ssc Chiroptera Specialist Group, iucn, Gland.

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), 2015, Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México.

INEGI, Serie 5 Uso de suelo y vegetación. Estado de Chiapas.

INEGI, 2009, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ostuacán, Chiapas.

Kays, R. & Wilson, D. E. 2002. Mammals of North America. Princeton Field Guides. University Press. U. K. 240 pp.

Kays, R. & Wilson, D. E. 2009. Mammals of North America. Princeton Field Guides. Second Edition. 816 pp.

Kent M, Coker P, 1994, Vegetation description and analysis: A practical approach. Wiley Publications, Chichester.

Landa et al, 2008, Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.

Lazcano Villarreal, D. 1997. Anfibios y reptiles del estado de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. B099. México, D.F.

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación, 24 de marzo de 2016.

Ley de Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 11 de agosto de 2014.

Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 11 de agosto de 2014.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 07 de junio de 2013.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2012, Diario Oficial de la Federación, 4 de junio de 2012.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, 22 de Mayo de 2006.

Licitación No. 18575008-536-11. Descripción de los Trabajos: Saneamiento y restauración de áreas contaminadas con hidrocarburo.

Lopez- Wilchis et al.1992. Biodiversidad de Oaxaca Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. Fondo Oaxaqueño Para La Conservación De La Naturaleza. World Wildlife Fund.

López, Yamel, 2000, Relaciones hídricas en el continuo agua, suelo-planta-atmósfera, División de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2000.

Lovejoy, D. (Ed.) (1973) "Land use and landscape planning". Leonard Hill, London.

Madigan, M.T.; Martinko, J.M.; Parker, J. 1999. Brock: Biología de los microorganismos. 8 ed. Madrid: Prentice. 986 p.

Madrigal, M.I. (1998). Alternativas para la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, P.p. 196

Magaña, V., Caetano, E., 2007, Identificación de cuencas atmosféricas en México, Instituto Nacional de Ecología.

Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia 45: 203-211.

Medellin, R.A. 2008. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 79 páginas.

Medellín, R.A., et al. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 459-515.

Montes de Oca, E., 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional, Acta Zoológica Mexicana, No.82, Xalapa, Abril, 2001

Montoya-Ayala R., García-Palomares J. C. y Padilla-Ramírez J. 2004. Utilización de un SIG para la determinación del Impacto Ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: El caso del Valle de Zapotitlán en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la A.G.E. Facultad de Geología e Historia, Universidad Complutense de Madrid. F.E.S. Iztacala UNAM. 38:115-129.

National Geographic Society. 2002. Field guide to the birds of North America. 4th Edition. 480 pp.

Navarro, S.A. and Gordillo, A. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS010.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 7 de abril de 2006

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-115-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales. Diario Oficial de la Federación, 27 de Agosto de 2004.

Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006. Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. Diario Oficial de la Federación, 29 de octubre de 2009.

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Diario Oficial de la Federación, 10 de septiembre de 2013.

Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación, 03 de Marzo de 2005.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua - Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, Diario Oficial de la Federación, 27 de marzo de 2015.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2010.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación, 18 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación, 4 de agosto de 2014.

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Diario Oficial de la Federación, 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.- Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo, publicada el 30 de Diciembre del 2010, en el diario oficial de la federación. Segunda Sección. México D.F.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud ambiental, agua para uso y consumo humanos – límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, D.O.F., 20 octubre de 2000.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, Diario Oficial de la Federación, 16 de julio de 2012.

Norma Mexicana NMX-AA- 039-1980 Análisis de aguas - Determinación de sustancias activas al azul de metileno (SAAM) en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA- 039-1980). Diario Oficial de la Federación, 01 de agosto de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-005-SCFI-2013 Análisis de agua – Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-005-SCFI-2000). DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-AA-005-SCFI-2013, Diario Oficial de la Federación, 11 de abril de 2014.

Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011 Análisis de agua - Determinación del pH - Método de prueba- (cancela a la NMX-AA-008- SCFI-2000). DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2016, Diario Oficial de la Federación, 9 de septiembre de 2016.

Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006 Muestreos de suelo para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra. Diario Oficial de la Federación, 5 de septiembre de 2006.

Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001 Análisis de Agua – Determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de Prueba (Cancela a la NMX-AA-012-1980).

Norma Mexicana NMX-AA-014-1980 Cuerpos receptores. - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-028-1981 Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas - Método de Prueba (cancela a la NMX-AA-028-1981).

Norma Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001 Análisis de aguas - Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (cancela a la NMX-AA-029-1981), DECLARATORIA de vigencia de las norma mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 17 de abril de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015 Análisis de agua - Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-034-SCFI-2001).

Norma Mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001 Análisis de agua - Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a LA NMX-AA- 038-1981), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2001, NMX-AA-036-SCFI-2001,

NMX-AA-038-SCFI-2001, NMX-AA-039-SCFI-2001, NMX-AA-044-SCFI-2001, NMX-AA-045-SCFI-2001 y NMX-AA-050-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 19 de julio de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015 Análisis de agua - Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y escherichia coli – método del número más probable en tubos múltiples (cancela a LA NMX-AA-42-1987). DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2015, NMX-AA-042-SCFI-2015 y NMX-AA-175-SCFI-2015, Diario oficial de la Federación, 18 de abril de 2016.

Norma Mexicana NMX-AA-045-SCFI-2001 Análisis de agua - Determinación de color platino cobalto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-045-1981), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-034-SCFI-2001, NMX-AA-036-SCFI-2001, NMX-AA-038-SCFI-2001, NMX-AA-039-SCFI-2001, NMX-AA-044-SCFI-2001, NMX-AA-045-SCFI-2001 y NMX-AA-050-SCFI-2001, Diario oficial de la Federación, 19 de julio de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-072-2001 Análisis de agua - Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela ala NMX-AA-072-1981). Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2001.

Norma mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001 Análisis de aguas - Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-079-1986). DECLARATORIA de vigencia de la NMX-AA-079-2001, Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2001.

Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI-2000 Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica - Método de prueba (cancela a la NMX-AA-093-1984), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-004-SCFI-2000, NMX-AA-005-SCFI-2000, NMX-AA-006-SCFI-2000, NMX-AA-007-SCFI-2000, NMX-AA-008-SCFI-2000 y NMX-AA-093-SCFI-2000, Diario oficial de la Federación, 23 de noviembre de 2000.

Norma Mexicana NMX-AA-099-SCFI-2006 Análisis de agua – Determinación de nitrógeno de nitritos en aguas naturales y residuales –métodos de prueba (cancela a la NMX-AA-099-1987), DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-099-SCFI-2006, NMX-AA-102-SCFI-2006, NMX-AA-119-SCFI-2006, NMX-AA-122-SCFI-2006, NMX-AA-123-SCFI-2006, NMX-AA-124-SCFI-2006 y NMX-AA-125-SCFI-2006, Diario Oficial de la Federación, 21 de agosto de 2006.

Norma de referencia NRF-009-PEMEX-2012. Identificación de instalaciones fijas. Petróleos Mexicanos. 19 de febrero de 2013.

Norma de Referencia NRF-030-PEMEX-2009. Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos Terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos. Petróleos Mexicanos. 21 de julio de 2009.

Norma de referencia NRF-256-PEMEX-2010 Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres. Petróleos Mexicanos. 27 de diciembre de 2010.

Norma de referencia NRF-261-PEMEX-2010. Manejo integral de recortes impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros. Petróleos Mexicanos.

Ocampo-Peñuela. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. Orinoquia 14 (2):188-200.

OMM (Organización Meteorológica Mundial), 2011, Guía de Prácticas Climatológicas, OMM-Nº 100.

Ortínez, et al. 2003.

Padilla y Sánchez, José Ricardo, 2005, Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIX, Núm. 1, 2007, P. 19-42.

Pennington T. D. y J. Sarukán. 1998. Árboles Tropicales de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 521pp.

Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018. <http://pnd.gob.mx/>

POETCH. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wpcontent/uploads/2008/02/productos/geografico/PEOT_30nov2005.pdf

Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, México D.F. 797 pp.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Ostuacán, Chiapas, http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wpcontent/uploads/downloads/productosdgei/info_geografica/cartas_urbanas/OSTUACAN/PROG_DES_URBANO_OSTUACAN.pdf

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012.

Ramírez, P. J. 1999. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. UAM-Iztapalapa.

Base de datos SNIB-Conabio, proyecto Q023 y Ceballos et al. 2002. The mammals of México. Occ. Papers Mus. Texas Tech Univ. 218:1-24.

Ramírez, P.J. et al. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana, 21(1):21-82.

Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad mastozoológica en México, Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV):413-427.

Ramsar .Convención de Ramsar-.Portal de la CONANP (<http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php>)

Rappole et ál. 1993. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Parks, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 341 p.

Rappole et ál. 1993. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Parks, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 341 p.

Regiones del continente americano en el cual se distribuyen las aves. (<http://animaldiversity.org/glossary/>).
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos, Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2006.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 30 de Mayo de 2000.

Resolución en materia de Impacto y Riesgo Ambiental S.G.P.A./DGIRA.DG.1983.09, del 22 de Abril de 2009, para el proyecto “Desarrollo de actividades petroleras del Proyecto Cactus”.

Resolutivo No. ASEA/UGI/DGGEERC/0630/2016 con fecha del 23 de junio de 2016, emitido por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente ASEA.

Roland W. Kays and Don E. Wilson.2009. Mammals of North America: Second Edition. Princeton University Press.816 pp.

Roland, W. K. and Don E. W. 2009. Mammals of North America Second Edition. Princeton Field guides. 816 pp.

Roldán M. A. e Iturbe Arguelles R. 2005. Saneamiento de suelos contaminados con hidrocarburos mediante biopilas. Instituto de Ingeniería, UNAM. Cd. Universitaria.

Rutas migratorias de aves. http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/naturalia_aves.pdf

S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America.

Saval, B.S. 1995. Acciones para la remediación de suelos en México. Segundo Minisimposio Internacional sobre Contaminantes del Agua y Suelo. Instituto de Ingeniería. UNAM, México Sayre .2000. Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER). "Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment".

Sayre, R., 2000. Un Enfoque en la Naturaleza, Evaluaciones Ecológicas Rápidas. 2000 The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Sélem-Salas C. et. al. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Cap III Los organismos: Aves y Mamíferos. UNAM DGEP

Sélem-Salas, et al. 2004. Capítulo 9: Aves y mamíferos. 269-302. En: Zúñiga Bautista, F., H. Delfín González, J. L. Palacio Prieto y M.C. Delgado Carranza (eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología. México.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. www.semarnat.gob.mx

Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Chiapas-PEMEX, 2012, Atlas de peligros del municipio de Ostucán, estado de Chiapas.

Shevnin et al., 2005. Estimation of soil petrophysical parameters from resistivity data: Application to oil-contaminated site characterization

Sobrevila y Bath, 1992. Evaluaciones Ecológicas Rápidas, The Nature Conservancy.

Sobrevila, C. y P. Bath. 1992. Evaluación ecológica rápida: un manual para América Latina y el Caribe. The Nature Conservancy-Programa de Ciencias para América Latina, Arlington, VA. 232pp.

Shields, J. and D. Coote, 1990. Development, documentation and testing of the soil and terrain (SOSTER).

Stebbins, R.C. 1998. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians: Field Marks of All Species in Western North America, Including Baja California (Peterson Field Guides). 2nd. ed. Houghton Mifflin Co. New York.

Tarback, J. Eduard, Ludgens, Frederick K. Lutgens, 2005, Ciencias de la tierra, una introducción a la geología física, Ed. Pearson Educación S. A., Madrid, 2005.

Toledo. 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 81:17-30.

Velasco, Juan Antonio; Volke Sepúlveda, Tania Lorena, 2003. El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México Gaceta Ecológica, núm. 66, enero-marzo, 2003, pp. 41-53 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Distrito Federal, México.

Wiederholt, R., et al. 2013. Rutas Migratorias y de anidación en México y Estados Unidos. Moving across the border: modeling migratory bat populations. Ecosphere 4(9):114.).

Zonneveld, Isaak, 1988. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Landscape Ecology vol. 3 no. 2 pp 67-86 (1989) SPB Academic Publishing bv, The Hague

http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>

http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos

http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=cuencas

http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=calidadAgua

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE3LjQ5Mjk4LGxvbjotOTMuMzE2ODQsejo4LGw6dGMxMTFzZXJ2aWNpb3N8YzQwMg==>

<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico>

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAyLjE0NTY1LHo6MSxsOmM0MTE=>

<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico>

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo>

Caraballo Perichi, Ciro, 2011, Patrimonio Cultural: un enfoque diverso y comprometido, UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, las Ciencias y la Cultura).

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Ostuacán, Chiapas,
http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wpcontent/uploads/downloads/productosdgei/info_geografica/cartas_urbanas/OSTUACAN/PROG DES URBANO OSTUACAN.pdf

Arias-Escobar, M. A. y J. I. Barrera-Cataño. 2007. Caracterización florística y estructural de la vegetación vascular en aéreas con diferente condición de abandono en la cantera Soratama, localidad de Usaquen, Bogotá. *Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias*. Vol. 12: 25-45.

Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. von Ende. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4th. ed. McGraw Hill. USA. 273 p.

Castillo-Campos, G. y J. Laborde. 2004. La Vegetación. In: Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez Ríos (eds.). *Los Tuxtlas. El Paisaje de la Sierra*. Instituto de Ecología, A.C., and European Union, Xalapa. Pp. 231-265.

Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yanes, C. 1985. Estudio sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. In: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas de Veracruz, México*. Vol. II. Gómez-Pompa A. y S. del Amo R. (eds.) Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales y Editorial Alambra Mexicana, S. A. de C. V. México D.F. Pp. 1-25.

Guariguata, M. R. y R. Ostertag. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*. 148 (1): 185-206.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.- Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo, publicada el 28 de diciembre de 2010, en el diario oficial de la federación, México, D.F.

Tudela, F. 1992. *La Modernización Forzada del Trópico: El Caso Tabasco*. Proyecto Integrado del Golfo. Colegio de Ingenieros, México. pp. 472.

Zavala, C.J. y Castillo, A. O. 2003. Uso del Suelo y Manejo en los Cordones Litorales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. Universidad y Ciencia, 19: 17-33.

Madigan, M. T., J. M. Martinko, y J. Parker. 1999. Brock: Biología de los Microorganismos. Prentice Hall. Octava Edición. 1064 p

CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos). 2016. Licitación 03 Área contractual 6 Catedral. Disponible en <https://www.gob.mx/cnh/documentos/contrato-area-contractual-6-catedral>.

CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos). 2016. Datos Técnicos de pozos del Campo Catedral.

Disponible https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/101300/Pozos_inventario_ac6_I03.pdf

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Datos estadísticos de población. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=07>

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2016. Panorama Minero del Estado de Chiapas. Disponible en <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/CHIAPAS.pdf>.

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2016. Carta Geológico-Minera Villahermosa E15-8. Disponible en http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/106_E15-8_GM.pdf.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2016. Estaciones Meteorológicas del Estado de Chiapas. Disponible en <http://smn1.conagua.gob.mx/emas/>.

Google Earth Pro. 2016. Recopilación de Imágenes Satelitales. Disponible en servidor Google Earth Pro Image Landsat/Copernicus Data SIO, NOAA, U,S, Navy, NGA, GEBCO.

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012-Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra.

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004- Criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

Reglamento LGPGIR (De la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos).

Ley LGPGIR (Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Los Residuos).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Guía Técnica de Orientación para la Planeación y Realización de Muestras Finales Comprobatorias. Primera Edición 2012.

ECAPETROL (Escuela de Capacitación Petrolera). Química de los Lodos de Perforación. Disponible en http://www.academia.edu/4009475/2_1_._Quimica_de_Lodos.

Schlumberger. 1994. Designing and Managing Drilling Fluid “Diseño y Gestión de los Residuos de Perforación”. Disponible en file:///C:/Users/E430/Downloads/p33_43.pdf.

SENER (Secretaría de Energía). 2015. Modelo de Contrato de Licencia Para la Tercera Convocatoria de la Ronda Uno Campos Terrestres. Disponible en http://rondasmexico.gob.mx/wp-content/uploads/SENER_SHCP_CNH_3a-convocatoria_120515.pdf.

México. Agric. soc. desarro vol.11 no.4 Texcoco oct./dic. 2014, Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2014). fao.org. Recuperado el 2014, de <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-calcareos/es/>.

RZEDWSKI, J. (2005). VEGETACIÓN DE MÉXICO (PRIMERA EDICIÓN DIGITAL ed.). MÉXICO: COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.

Innovative Technology Summary Reports (1999). Smart Sampling. Subsurface contaminant focus area. Prepared for U.S. Department of Energy. (Reportes Sumarios de Tecnologías Novedosas (1999). Muestreo InteligenteMR. Área de concentración de contaminantes en el subsuelo. Preparado para el Departamento de Energía de los Estados Unidos).

9.2 International Organization for Standardization (2002). ISO 10381-1:2002, Soil quality-Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. (Organización Internacional de Estandarización (2002). ISO 10381-1:2002. Calidad del Suelo-Muestreo Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo).

Development Branch. December, (Ministerio de Energía y Medio Ambiente. Estándares. Guía de Muestreo y Métodos Analíticos para su Uso en Sitios Contaminados en Ontario. Departamento de Desarrollo).

9.4 SEDPROC-300-R3, Soil Sampling, U.S. Environmental Protection Agency Science and Ecosystem Support Division, August 21, 2014 (SESDPROC-300-R3, Muestreo de suelos, División de Apoyo de Ciencia y Ecosistema de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, agosto 21, 2014).

9.5 U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection. Use in Developing a Quality Assurance Project Plan. EPA QA/G-5S Quality Staff Office of Environmental Information. Washington, DC 20460 December 2002. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Guía para la Selección de un Diseño de Muestreo para la Captura de Datos Ambientales. Para utilizar en el Desarrollo del Plan de Aseguramiento de Calidad. EPA QA/G-5S. Oficina Asesora de Calidad para la Información Ambiental. Estados Unidos. Washington, DC 20460 diciembre 2002).

Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra.

Norma Mexicana NMX-AA-105-SCFI-2014. Suelos-Hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas (cancela a la nmx-aa-105-scfi-2008).

Norma Mexicana NMX-AA-145-SCFI-2008. Suelos-Hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

Norma Mexicana NMX-AA-134-SCFI-2006. Suelos-Hidrocarburos fracción pesada por extracción y gravimetría- método de prueba.

Norma Mexicana NMX-AA-146-SCFI-2008. Suelos. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (hap) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (cg/em) o cromatografía de líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (uv-vis).

Norma Mexicana NMX-AA-141-SCFI-2014. Suelo-benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (btex) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización método de prueba (cancela la nmx-aa-141-scfi-2007).

Alan E. Musset and M. Aftab "Looking into the Earth. An introduction to Geological Geophysics", Khan Cambridge University Press "Capítulos 2 y 3", 2000.

Philip Kearey, Michael Brooks and Ian Hill "An Introduction to Geophysical Exploration BlackwellScience - Tercera Edición Capítulo Geophysical Data Proccesing ,2002.

Estrada, Luis A., "Procesamiento de datos geofísicos",2009; y "Prospección geoelectrica",2012.

Daniels, David. "Ground-penetrating radar -2nd ed.- (Radar, sonar,navigations & avionics)".

Shevnin Vladimir, Delgado-Rodríguez Omar, Fernández-Linares Luis, Zegarra Martínez Héctor, Mousatov Aleksandr, Ryjov Albert "Goelectrical characterization of an oil-contaminated site in Tabasco, Mexico Geofísica Internacional, Vol. 44, Num. 3, pp. 251-263, 2005.

C. Sánchez Pachón, "Principios Actuales en la Caracterización de Suelos Contaminados",2003.

Gobierno del Estado de Tamaulipas.2009. "Atlas de Riesgos Tampico, Madero y Altamira".



Disponible en <http://proteccioncivil.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2011/12/ATLAS-DE-RIESGOS-MPIOS-TAMPICO-MADERO-Y-ALTAMIRA.pdf>.

LISTAS DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

- 3-1.- Análisis Normativo y Técnico en la conceptualización de los daños ambientales y preexistentes, identificación, caracterización y atribuciones del generador.
- 3-2.- Coordenadas del límite del proyecto Cactus.
- 3-3.- Coordenadas de la poligonal del Área Contractual Catedral.

GENERALIDADES

- 8.1-1.- Ciclo del manejo integral de cuencas para el Área Contractual Catedral.
- 8.1.1-2.- Lista de pozos dentro y fuera del Área Contractual Catedral
- 8.1.1-3.- Listado de pozos dentro y fuera del Contractual Catedral.
- 8.1.1-4.- Batería de separación Catedral.
- 8.1.1-5.- Listado de Líneas de Descarga en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.1-6 Identificación de los Pozos Catedral 15 y 15 A.
- 8.1.1-7.- Número de pozos perforados por año y acumulado progresivo en el periodo 1970 - 2016 del Área Contractual Catedral.
- 8.1.1-8.- Resumen de las actividades primarias en el municipio de Ostuacán donde se ubica el Área Contractual Catedral.
- 8.1.1-9.- Matriz de interacción de obras tipo por fase de desarrollo.
- 8.1.1-10.- Niveles de afectación por grupo de pozos.
- 8.1.1-11 - Factores de afectación en pozos
- 8.1.1-12.- Niveles de afectación en Batería de Separación Catedral 1 y Cabezales.

- 8.1.1-13.-** Concentrado de hallazgos en estaciones de recolección Catedral1.
- 8.1.1-14.-** Total de niveles de afectación en Líneas y Gasoductos
- 8.1.1-15.-** Listado hallazgos detectados en Líneas de Descarga y Oleoducto
- 8.1.1-16.-** Análisis de las resoluciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Área Contractual Catedral.

CLIMA

- 8.1-2.-** Regionalización hidrológica conforme al proyecto Cactus y Catedral.
- 8.1.2.1-1.-** Localización geográfica de las estaciones utilizadas para la caracterización del Área Contractual Catedral
- 8.1.2.1-2.-** Temperaturas promedio mensuales y anuales de la estación climatológica Sayula, para el periodo 1951-2010.
- 8.1.2.1-3.-** Precipitación promedio mensual y anual de la estación climatológica Sayula para el periodo 1951 - 2010.
- 8.1.2.1-4.-** Evaporación promedio mensual y anual de la estación climatológica Sayula.
- 8.1.2.1-5.-** Humedad relativa en la estación agroclimática Huimanguillo.
- 8.1.2.1-6.-** Incidencia de tormentas eléctricas en la estación climatológica Sayula.
- 8.1.2.1-7.-** Días con niebla en la estación climatológica Sayula
- 8.1.2.1-8.-** Frecuencia de granizadas en la estación climatológica Sayula.
- 8.1.2.1- 9.-** Velocidades máximas, promedio mensuales en km/h, de la estación agroclimática del INIFAP Huimanguillo

- 8.1.2.1-10.- Huracanes intensos que han afectado el Área Contractual Catedral, en el período 1970-2011.
- 8.1.2.1-11.- Escala de Huracanes Saffir-Simpson, del Centro Nacional de Huracanes.
- 8.1.2.1-12.- Niveles máximos permisibles para los parámetros a monitorear
- 8.1.2.1-13.- Métodos analíticos utilizados
- 8.1.2.1-14.- Coordenadas del sitio de monitoreo de la calidad del aire.
- 8.1.2.1-15.- Dirección y velocidad del viento
- 8.1.2.1-16.- Registro de temperatura y humedad relativa
- 8.1.2.1-17.- Resultados del monitoreo de las partículas y especificaciones de acuerdo a la NOM-025-SSA1-2014
- 8.1.2.1-18.- Resultados del monitoreo de óxidos de nitrógeno
- 8.1.2.1-19.- Registro de bióxido de azufre
- 8.1.2.1-20.- Registro de monóxido de carbono

VEGETACIÓN

- 8.1.3.- Caracterización ambiental bajo el criterio de cuenca hidrológica.
- 8.1.3.1-1.- Sitios de muestreo de vegetación en el área contractual Catedral.
- 8.1.3.1-2.- Riqueza de especies por tipo de vegetación.
- 8.1.3.1-3.- Especies por formas biológicas identificadas en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.1-4.- Número de especies que presenta algún uso en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.1-5.- Lista de especies introducidas en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.1-6.- Lista de especies normadas en el Área Contractual Catedral.

PAÍSAJE

8.1.4- Criterios para diferentes tipos de actividades

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

8.1.5.- Unidades de Gestión Ambiental con Política Territorial, Lineamientos, Usos de Suelo, Criterios y Estrategias que le aplican al Área Contractual Catedral

8.1.6.- Criterios para las Actividades Industriales (IN), que regulan el establecimiento de infraestructura y que deben aplicarse en la UGA 18.

8.1-7.- Resumen de las actividades primarias en el municipio de Ostuacán donde se ubica el Área Contractual Catedral.

8.1-8.- Regionalización hidrológica del Área Contractual Catedral.

EDAFOLOGÍA

8.1.2.2-1.- Tipos de suelo Área Contractual Catedral.

8.1.2.2-2.- Coordinadas sitios de muestreo Área Contractual Catedral

8.1.2.2-2-3.- Características físico-químicas del perfil S-1

8.1.2.2-2-4.- Características físico-químicas del perfil S-2

8.1.2.2-5.- Características físico-químicas del perfil S-

8.1.2.2-6.- Erosión actual y potencial en el Área Contractual Catedral.

8.1.2.2-7.- Clases de riesgo de erosión propuestos por Shields y Coote.

GEOMORFOLOGÍA

- 8.1.2.3-1.-** Unidades geológicas Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.3-2.** Sismos ocurridos cerca del Área Contractual Catedral en los últimos 12 meses.

HIDROLOGÍA

- 8.1.2.4-1.-** Características de la Región Hidrológica 30, Grijalva-Usumacinta.
- 8.1.2.4-2.-** Coeficientes de escurrimiento del Área Contractual Catedral
- 8.1.2.4-3.-** Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.4-5.-** Parámetros acuífero Reforma.
- 8.1.2.4-6.-** Indicadores de la Calidad del Agua. Escalas de Clasificación.
- 8.1.2.4-7.-** Métodos analíticos utilizados para los parámetros.
- 8.1.2.4-8.-** Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales en la región hidrológico-administrativa XI Frontera Sur, de acuerdo a los indicadores DBO, DQO y SST, 2014.
- 8.1.2.4-9.-** Coordenadas de los sitios de muestreo.
- 8.1.2.4-10.-** Niveles máximos permitidos por CE-CCA-001/89 Criterios de calidad del agua, para los distintos usos potenciales.
- 8.1.2.4-11.-** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 01-CA-HSUP.
- 8.1.2.4-12.-** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 02-CA-HSUP.
- 8.1.2.4-13.-** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 03-CA-HSUP.
- 8.1.2.4-14.-** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua superficial 04-CA-HSUP.
- 8.1.2.4-15** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua subterránea 01-CA-HSUB.
- 8.1.2.4-16** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua subterránea 02-CA-HSUB.

- 8.1.2.4-17** Resultados del análisis físico químico de la muestra de agua subterránea 03-CA-HSUB.

FAUNA

- 8.1.3.2-1** se describen las técnicas utilizadas para la obtención de datos sobre las comunidades de fauna silvestre.
- 8.1.3.2-1.-** Metodología de estudio para fauna silvestre.
- 8.1.3.2-2.-** Coordenadas de inicio y fin de los transectos de muestreo de fauna silvestre, en los diferentes tipos de vegetación y asociaciones que se encuentran en la Poligonal del Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-3.** Especies presentes en el Área Contractual Catedral con alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
- 8.1.3.2-4.-** Áreas naturales Protegidas cercanas al Área Contractual Catedral
- 8.1.3.2-5.-** Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-6.-** Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-7.-** Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves cercanas al Área Contractual Catedral
- 8.1.3.2-8.-** Sitio Ramsar cercano al Área Contractual Catedral

PAÍSAJE

- 8.1.4-1.- Unidades de Paisaje por cuenca y subcuenca presentes en el proyecto Área Contractual Catedral (INEGI, Serie V).
- 8.1.4-2. Puntos de observación o miradores
- 8.1.4-2.- Fragilidad por tipo de vegetación y uso de suelo de acuerdo a la subcuenca.
- 4.1.4-3.- Coordenadas de las cuencas visuales o miradores.
- 4.1.4-4.- Tabla de los valores de distancias visuales.

RESULTADOS

- 8.2-1.- Regionalización hidrológica conforme al proyecto Cactus y Catedral.
- 8.2-2.- Ciclo del manejo integral de cuenca para el proyecto.
- 8.2-3.- Listado de componentes e indicadores ambientales en el área contractual Catedral.
- 8.2-4.- Componentes ambientales que integran el área contractual Catedral.
- 8.2-5.- Se presentan las características del modelo "PER" Estado – Presión - Respuesta.
- 8.2-6.- Temas seleccionados con sus indicadores ambientales a medir.
- 8.2-7.- Criterios que se deberán considerar en la selección de indicadores.
- 8.2-8.- Componentes ambientales que componen el sistema ambiental y sus indicadores de estado.
- 8.2-9.- Indicadores ambientales considerados para el diagnóstico en el área contractual Catedral.
- 8.2-10- Indicadores ambientales del estado base en área contractual Catedral.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS



- 8.3-1.-** Lista de actividades identificadas por tipo en Área Contractual Catedral.
- 8.3-2.-** Listado de factores y atributos ambientales del Sistema Ambiental del Área Contractual Catedral.
- 8.3-3.-** Características de los impactos ambientales.
- 8.3-4.-** Cálculo del Índice de Incidencia.
- 8.3-4.-** Matriz de interacciones para la etapa de operación y mantenimiento de pozos, líneas de descarga, gasoductos y baterías de separación.
- 8.3-5.-** Cálculo del índice de incidencia de los componentes evaluados.

LISTAS DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

- 3-1.- Cadena de valor del sector hidrocarburos.
- 3-2.- Localización del Proyecto Cactus y el Área Contractual Catedral.
- 3-3.- Imagen que muestra el Área Contractual Catedral y campos de desarrollo a sus alrededores.
- 3-4.- Imagen que muestra el Área Contractual Catedral y sus instalaciones petroleras.
- 7.4.- Inspección de instalaciones dentro y de 50 metros en la periferia de la instalación.

SISTEMA AMBIENTAL

- 8.1-1.- Fases de manejo integral de una cuenca tipo.

VEGETACIÓN Y FAUNA

- 8.1.3.1-1.- Tipos de vegetación dominante en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.1-2.- Método de muestreo de cuadros anidados
- 8.1.3.1-3.- Representación gráfica del método de Cuadrantes centrados en puntos. C I, II, III y IV= cuadrantes; D 1, 2, 3 y 4= distancia del punto al individuo más cercano. Círculos negros y blancos = árboles de diferentes estratos.
- 8.1.3.1-4.- Método de muestreo de Línea de Canfield
- 8.1-3.- Cuencas hidrológicas Área Contractual Catedral
- 8.1-3.- Imagen que muestra la poligonal del proyecto Cactus y Área Contractual Catedral.

- 8.1.3.2-1.-** Con base a su ubicación geográfica, el Área contractual Catedral se localiza en la Provincia Biogeográfica Golfo de México (CONABIO 2012).
- 8.1.3.2-2.-** Con base a la ubicación del Área Contractual Catedral, el área se localiza en la Subprovincia Zoogeográfica Atlántico Sur (Edwards 1968).
- 8.1.3.2-3.-** Regiones Herpetológicas Naturales de México (West, 1971), modificadas por Flores-Villela (1993). El Área Contractual Catedral se localiza en la Región 6 Tierras Bajas Tropicales”
- 8.1.3.2-4.-** Sobreposición de la poligonal del trazo del Área Contractual Catedral, con relación a una fotografía aérea (Google Earth 2015), en la cual se observa la infraestructura urbana, la hidrología superficial y la orografía de la zona.
- 8.1.3.2-5.-** La Selva Alta Perennifolia (SAP) conjuntamente con la Agrícola Pecuaria Forestal (IAPF), son los tipos de vegetación dominante en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-6.-** En la figura se observan los diferentes puntos de muestreo de fauna silvestre que se realizaron dentro del Área Contractual Catedral, la ubicación de los sitios coinciden con los tipos de vegetación más representativos del área, de acuerdo a lo establecido en la Figura 8.1.3.2-5.
- 8.1.3.2-7.-** Ubicación geográfica del Área Contractual Catedral con relación a las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales municipales.
- 8.1.3.2-8.-** Ubicación geográfica de las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas con la poligonal del Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-9.-** Regiones Hidrológicas Prioritarias que interactúan con la Poligonal del Área Contractual Catedral

- 8.1.3.2-10.- En la figura se muestran las AICA's más cercanas al Área Contractual Catedral.
- 8.1.3.2-11.- Sitio RAMSAR más Cercano al Área Contractual Catedral
- 8.1.3.2-12.- La zona de Manglar más cercana al Área Contractual Catedral se localiza aproximadamente a 98 km al norte del proyecto.
- 8.1.3.2-13.- Riqueza de Murciélagos en Latinoamérica (Bat Conservation International).
- 8.1.3.2-14.- Rutas Migratorias y de anidación de murciélagos en México y Estados Unidos (Wiederholt, R., L. López-Hoffman, J. Cline, R. Medellín, P. Cryan, A. Russell, G. McCracken, J. Diffendorfer, and D. Semmens. 2013. Moving across the border: modeling migratory bat populations. *Ecosphere* 4(9):114.)
- 8.1.3.2-15.- Regiones del continente americano en el cual se distribuyen las aves (<http://animaldiversity.org/glossary/>).
- 8.1.3.2-16.- El Área Contractual Catedral se localiza en la Ruta Migratoria del Golfo, de acuerdo con lo establecido en "Rutasmigratorias de aves en América del Norte", (SEMARNAT 2009).

PAÍSAJE

- 8.1.4.- Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en el estado de Chiapas
 - 8.1.4-1.- Localización del Área Contractual Catedral
 - 8.1.4-2.- Unidades de Paisaje del Área Contractual Catedral.
 - 8.1.4-3.- Miradores de las Subcuencas

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

- 8.1.5.- Superficie por Política de Ordenamiento Ecológico en el estado de Chiapas.
 - 8.1.5-1.- Ubicación de Ostuacán dentro del polígono del Área Contractual Catedral.
- 8.1.6.- UGA's del municipio de Ostuacán

8.1-7.- Área Contractual Catedral.

GENERALIDADES

- 8.1.1-1.- Imagen del Activo Integral Muspac y sus campos de desarrollo, donde se incluye el área contractual Catedral.
- 8.1.1-2.- Imagen del Proyecto Cactus y sus campos de desarrollo, donde se incluye el área contractual Catedral.
- 8.1.1-3.- Imagen del Área Contractual Catedral y sus instalaciones actuales.
- 8.1.1-4.- Campos de desarrollo e infraestructura de producción cercanos al Área Contractual Catedral.
- 8.1.1-5.- Diagrama general de flujo de proceso del Área Contractual Catedral.

CLIMA

- 8.1.2.1-1.- Regiones Higrológicas de México.
- 8.1.2.1-1.- Ubicación de las estaciones: climática Sayula y agroclimática Huimanguillo, utilizadas para la descripción climática del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.1-2.- -Clima característico del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.1-3.- Ubicación del sitio del proyecto, con respecto a la trayectoria de huracanes que tocaron o se acercaron a menos de 100 km del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.1-4.- Velocidad de vientos máximos sostenidos en km/h de ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico en el periodo de 1851 a 2000 (Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, 2002).

- 8.1.2.1-5.- Patrón de dispersión, densidad de parcelas de viento y límites probables de la cuenca atmosférica Campeche.
- 8.1.2.1-6 . -Ubicación del sitio de monitoreo dentro del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.1-7.- Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el monitoreo
- 8.1.2.1-8.- Comportamiento de los óxidos de nitrógeno durante las 24 horas del monitoreo
- 8.1.2.1-9.- Comportamiento del bióxido de azufre durante las 24 horas del monitoreo
- 8.1.2.1-6.- Comportamiento del monóxido de carbono durante las 24 horas del monitoreo

EDAFOLOGÍA

- 8.1.2.2-1.- Tipos de suelos en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.2-2 .- Sitios de muestreo de suelos Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.2-3.- Mapa Nacional de Erosión, escala 1:50,000. SAGARPA- INEGI-CONAFOR-COLPOS.

GEOMORFOLOGÍA

- 8.1.2.3-1.- Provincia fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala, INEGI, 2001.
- 8.1.2.3-2 Subprovincia Sierras del Norte de Chiapas.
- 8.1.2.3-3.- Geología del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.3-4.- Relieve del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.3-5 Fallas y fracturas en el municipio de Ostuacán, CENAPRED, 2012.
- 8.1.2.3-6 Peligro volcánico en el municipio de Ostuacán.
- 8.1.2.3-7 Zonificación sísmica del Área Contractual Catedral.

HIDROLOGÍA

- 8.1.2.4-2.- Sistema Grijalva

- 8.1.2.4-3.- Subcuencas hidrológicas en el Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.4-3 Coeficientes de escurrimiento del Área Contractual Catedral
- 8.1.2.4-4.- Patrón de drenaje dendrítico
- 8.1.2.4-5.- Patrón de drenaje Área Contractual Catedral
- 8.1.2.4-6.- Acuífero Reforma.
- 8.1.2.4-7.- Unidades Geohidrológicas presentes en el polígono del Área Contractual Catedral.
- 8.1.2.4-8.- Infiltración
- 8.1.2.4-9.- Evapotranspiración real en el Área Contractual Catedral, CONABIO, 1990.
- 8.1.2.4-10.- Ubicación de los sitios de muestreo.

RESULTADOS

- 8.2-1.- Subcuenca hidrológica en el Área Contractual Barcodón.
- 8.2-2.- Imagen que muestra el polígono del proyecto Cactus y el área contractual Catedral.
- 8.2-2.- Campos de desarrollo e infraestructura de producción cercanos al Área Contractual Catedral.
- 8.2-3.- Unidad de Gestión Ambiental 18 del (POETCH).